港湾設計業務シリーズ

照査用震度算出システム
for Windows

Ver 5.X.X

操　作　説　明　書

株式会社アライズソリューション

〒730-0833 広島市中区江波本町4-22
Tel (082)293-1231　Fax (082)292-0752
URL http://www.aec-soft.co.jp
Mail : support@aec-soft.co.jp

2015.09

マニュアルの表記

システム名称について

・　本システムの正式名称は「照査用震度算出システム *for Windows* Ver5.X.X」といいますが、本書内では便宜上「照査用震度算出システム」と表記している場合があります。

メニューコマンドについて

・　「照査用震度算出システム」ではドロップダウンメニューの他、一部機能についてはスピードボタンが使用できますが、本書ではドロップダウンメニューのコマンド体系で解説しています。その際、アクセスキー(ファイル（Ｆ）の（Ｆ）の部分)は省略しています。
・　メニュー名は［］で囲んで表記してあります。コマンドに階層がある場合は［ファイル]-[開く]のようにコマンド名を「-」で結んでいます。この例では、最初に[ファイル]を選択して、次は[開く]を選択する操作を示しています。

画面について

・　画面図は、使用するディスプレイの解像度によっては本書の画面表示と大きさなどが異なる場合があります。
・　「照査用震度算出システム」は、画面の解像度が 800×600ドット以上で色数が256色以上を想定しています。また、画面のフォントは小さいサイズを選択してください。大きいフォントでは画面が正しく表示されない場合があります。

その他

・　マウス操作を基本として解説しています。マウスは、Windowsのスタート-[設定]-[コントロールパネル]-[マウス]で右利き用に設定してある物として解説しています。
・　ハードディスクはドライブＣとして解説しています。ドライブとは「C:¥XXXX」の「C」の部分です。使用する機種によりドライブ名が異なる場合があります。
・　フロッピーディスクドライブはドライブＡとして解説しています。使用する機種によりドライブ名が異なる場合があります。
・　ＣＤ－ＲＯＭドライブはドライブＸとして解説しています。使用する機種によりドライブ名が異なる場合があります。
・　ダイアログボックス内のボタンはＯＫ・キャンセルなどのように枠で囲んでいます。

１．お使いになる前に.....1
１－１．はじめに.....1
１－２．使用許諾契約書について.....1

２．照査用震度算出システムのセットアップ.....2
２－１．照査用震度算出システムのインストール.....2
２－２．プロテクタについて.....3
２－３．ユーザー登録.....4
１）スタンドアロン認証、ネットワーク認証の場合.....4
２）インターネット認証の場合.....5
２－４．照査用震度算出システムのアンインストール.....6

３．照査用設計震度の算出を始める前に.....7
３－１．基本画面の説明.....7
３－２．装備している機能の一覧.....8
３－３．処理の流れ.....9
３－４．データの作成／保存.....10
３－５．直ちに最新バージョンのチェックを行う.....10
３－６．起動時に最新バージョンの自動チェックを行う.....11

４．データの入力・修正.....12
４－１．計算条件の設定.....12
４－２．フィルター条件の設定.....14
１）重力式防波堤のフィルター.....15
２）重力式係船岸／深層混合処理（ＣＤＭ工法）のフィルター.....15
３）矢板式係船岸（控え直杭）のフィルター.....15
４）矢板式係船岸（控え組杭）のフィルター.....16
５）自立矢板式係船岸（Ｃ型／Ｓ型地盤）のフィルター.....16
６）二重矢板式係船岸のフィルター.....16
７）漁港基準、重力式係船岸のフィルター.....17
４－３．地盤条件の設定.....18
４－４．液状化条件の設定.....22
液状化の予測と判定について.....22
地震動の影響を考慮した液状化の予測と判定の補正について.....25
４－５．入力波形の設定.....28
４－６．計算の実行.....29
４－７．計算結果の確認.....30
４－８．地表面波形の表示（インポート）.....30

５．FLIP解析ナビゲータ（オプション機能）.....32
５－１．FLIP解析ナビゲータの機能.....32
５－２．FLIP解析ナビゲータの画面.....33
５－３．FLIP解析環境設定.....33
５－４．FLIP解析データの読込み.....34
５－５．入力地震波の読込み.....34
５－６．FLIP解析実行.....35
５－７．液状化の予測・判定.....35
５－８．設計震度の算出(フィルター処理).....35
５－９．解析諸元の変換.....36

６．地震波形の編集.....37

7. 帳票印刷.....38

１．お使いになる前に

１－１．はじめに

この操作説明書では、「照査用震度算出システム for Windows」のインストールから起動までのセットアップ方法及びプログラムの基本操作について記述してあります。

１－２．使用許諾契約書について

「使用許諾契約書」は、本システムインストール先フォルダ内にある「使用許諾契約書.PDF」を見ることにより、いつでも参照できます。

２．照査用震度算出システムのセットアップ

２－１．照査用震度算出システムのインストール

(1) Windowsを起動します。
(2) ＣＤ－ＲＯＭ装置に「港湾設計業務シリーズ」ディスクをセットして下さい。
(3) 自動的にセットアップメニュープログラムが起動します。もしも、自動的に起動しない場合は、Windowsのスタートボタンをクリックし、《ファイル名を指定して実行》で「Ｘ:AUTORUN.EXE」を入力し、リターンキーを押下して下さい。（Ｘは、CD-ROM装置のドライブ）
(4) セットアップメニューから「照査用震度算出システム for Windows」を選択してください。インストールプログラムが起動します。以後は画面の指示にしたがってセットアップを行ってください。
(5) セットアップが終了したら、Windowsを再起動してください

※管理者権限のあるユーザーでログインしてからセットアップしてください。

２－２．プロテクタについて

「照査用震度算出システム」をご利用頂くためには、ハードウェアプロテクタをお取り付け頂く必要があります。またご利用の環境によっては、ハードウェアプロテクタのドライバソフトをインストール頂く必要があります。
ハードウェアプロテクタの取り付け方や必要なドライバソフトウェアの種類は、ご利用になる環境やハードウェアプロテクタの種類によって異なります。別添の**「ハードウェアプロテクタ取扱説明書」**をご覧になってお取り付けください。

※　USBタイプのハードウェアプロテクタでご使用になる場合、予めプロテクトドライバをインストールしてください。プロテクトドライバをインストールしなければご利用になれません。また、USBタイプのハードウェアプロテクタを取り付けた状態ではプロテクトドライバのインストール・アンインストールはできません。

※　USBタイプのハードウェアプロテクタを取り付ける前に、必ずプロテクトドライバをインストールしてください。ドライバをインストールする前に取り付けてしまった場合には、デバイスマネージャーで一旦ハードウェアプロテクタを削除した上でプロテクトドライバのインストールを行ってください。

２－３．ユーザー登録

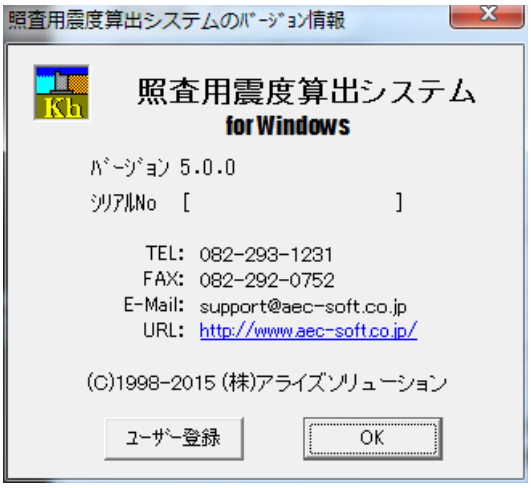
「照査用震度算出システム」をご利用頂くためには、ユーザー登録を行う必要があります。そこでライセンスの認証方法を指定します。以降にその手順を示しますので、該当する認証方法の例を参考に設定を行って下さい。

１）スタンドアロン認証、ネットワーク認証の場合

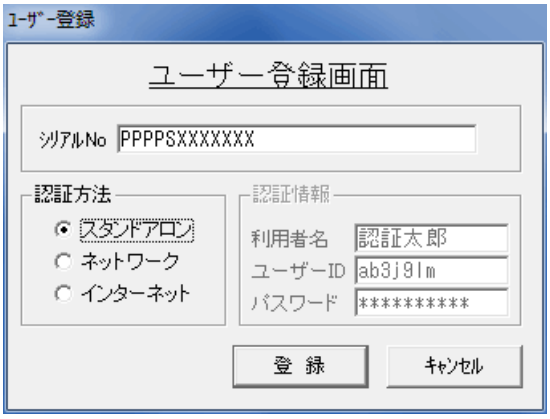
※　この作業は、スタンドアロンタイプの場合はプロテクタを接続した状態で、ネットワークタイプの場合はネットワークに接続した状態で実行してください。
※　ネットワークタイプの場合、予めサーバー機にＡＥＣネットワークマネージャのインストールを行っておいてください。

(1)　［スタート］ボタンをクリックし、［プログラム］－［AEC ｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝ］－［照査用震度算出］をクリックし「照査用震度算出システム」を起動します。インストール直後に起動した場合、データ入力等のメニューは使用不可の状態です。

(2)　[ヘルプ]-[バージョン情報]をクリックします。



(3)　[ユーザー登録]ボタンをクリックします。



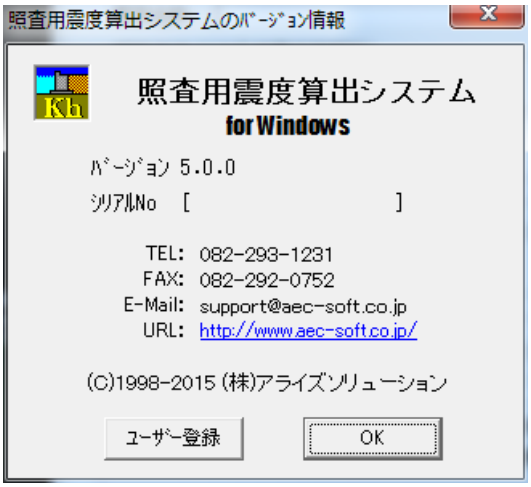
(4)　ハードウェアプロテクタに記載されたシリアルＮｏ（半角英数１２文字）を入力し、［登録］ボタンをクリックします。入力に間違いがあればエラー表示されます。また、ハードウェアロックがスタンドアロン用の場合は、「スタンドアロン」を、ネットワーク接続の場合は、「ネットワーク」を選択してください。
(5)　［バージョン情報］に戻りますので［OK］ボタンでメニューに戻ります。使用不可だったメニューが使用可能の状態になります。

２）インターネット認証の場合

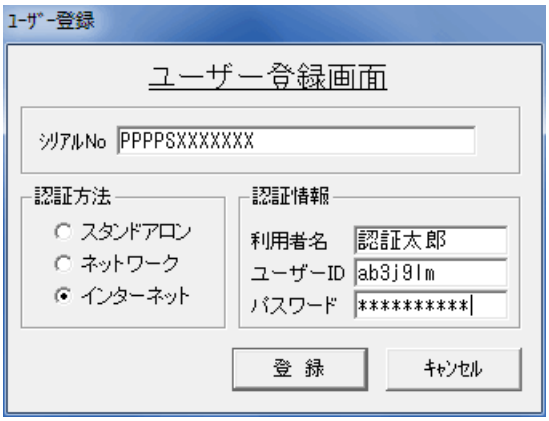
※　事前に弊社からお知らせしている製品のシリアルNoと、仮ユーザーID・仮パスワード（変更済みであれば、変更後のユーザーID・パスワード）をご用意ください。

(1)　［スタート］ボタンをクリックし、［プログラム］－［AEC ｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝ］－［照査用震度算出］をクリックし｢照査用震度算出システム｣を起動します。インストール直後に起動した場合、データ入力等のメニューは使用不可の状態です。

(2)　[ヘルプ]-[バージョン情報]をクリックします。



(3)　[ユーザー登録]ボタンをクリックします。



(4)　お知らせしている製品のシリアルＮｏ（半角英数１２文字）を入力します。

(5)　認証方法で「インターネット」を選択します。認証情報入力部分が入力可能となりますので、次の項目を入力してください。

利用者名：利用者を識別するための任意の名称です。Web管理画面に表示され、現在使用中であることがわかります。

ユーザーID：システムを動作させるためのユーザーIDを入力します。不明な場合には、本システムを管理している御社管理者に問い合わせて確認してください。

パスワード：システムを動作させるためのパスワードを入力します。不明な場合には、本システムを管理している御社管理者に問い合わせて確認してください。

以上が入力し終えたら［登録］ボタンをクリックします。入力に間違いがあればエラー表示されます。

(5)　［バージョン情報］に戻りますので［OK］ボタンでメニューに戻ります。使用不可だったメニューが使用可能の状態になります。

２－４．照査用震度算出システムのアンインストール

(1) Windowsを起動します。
(2) [スタート]-[設定]-[コントロールパネル]より[アプリケーションの追加と削除]を起動してください。ご使用の環境によっては[プログラムの追加/削除]となっている場合があります。
(3) インストールされているプログラムの一覧表が表示されますので、「照査用震度算出システム for Windows」を選択してください。
(4) 「照査用震度算出システム for Windows」の下に[変更と削除]ボタンが表示されますので、このボタンを選択してください。自動的にアンインストールプログラムが起動します。
(5)アンインストールプログラムの指示に従ってアンインストールを実行してください。
(6) 主なプログラムファイルは自動的に削除されますが、一部のファイルが削除されずに残っている場合があります。そのままでも問題ありませんが、完全に削除したい場合には以下の手順で削除することができます。

※　管理者権限のあるユーザーでログインしてください。

※　エクスプローラで、[C:¥AEC ｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝ]の下にある[照査用震度算出]フォルダを削除してください。

３．照査用設計震度の算出を始める前に

３－１．基本画面の説明

システムを起動すると下のような画面が表示されます。各設計条件はメニューより選択するか、対応するボタンをクリックしてタブ画面を切り替えて条件を入力します。

【メニュー構成】

〔ﾌｧｲﾙ〕　データファイルの作成／保存、帳票印刷を行います。
〔ﾃﾞｰﾀ入力〕　計算に必要な各種データを入力します。
〔計算〕　設定条件により計算を行い、報告書を作成します。
〔ﾍﾙﾌﾟ〕　システムのﾍﾙﾌﾟ、ﾊﾞｰｼﾞｮﾝ情報を表示します。

３－２．装備している機能の一覧

┌ファイル	
│　├新規作成	新しくデータを用意します
│　├開く	既存のデータファイルを読み込みます
│　├上書き保存	元のデータファイルに上書き保存します
│　├名前を付けて保存	新しく名前を付けて保存します
│　├帳票印刷	計算結果を印刷します
│　├最近使ったファイル履歴	最近使ったデータを最大４件表示します
│　└システムの終了	プログラムを終了します
│	
├データ入力	
│　├基本条件	
│　│　├計算条件	計算条件を設定します
│　│　├フィルター条件	フィルター条件を設定します
│　│　└地盤の固有周期	層厚とせん断波速度から固有周期を計算します
│　│	
│　├地盤条件	
│　│　├地盤条件	地盤条件を設定します
│　│　└任意の材料特性	任意の材料特性を設定します
│　│	
│　├液状化条件	
│　│　├液状化条件	液状化判定領域の土質条件を設定します
│　│　├液状化判定	液状化の予測・判定を表示します
│　│　├地震動波形補正	地震動波形を考慮して判定結果を補正します
│　│　└Ⅰ～Ⅳ判定図	液状化の予測・判定図を表示します
│　│	
│　├入力地震波形	
│　│　├入力地震波の読込み	入力地震波形ﾌｧｲﾙを選択します
│　│　└加速度応答スペクトル	入力地震波の応答ｽﾍﾟｸﾄﾙを表示します
│　│	
│　└地表面地震波形	
│　　├地表面波形	地表面の時刻歴加速度波形を表示します
│　　├加速度応答スペクトル	地表面の加速度応答ｽﾍﾟｸﾄﾙを表示します
│　　└加速度フーリエスペクトル	加速度フーリエスペクトルを表示します
│	
├計算	
│　├計算条件による一括計算	地震応答解析を含む全ての計算を行います
│　├フィルター処理	設計震度の算出のみ行います
│　└層内ひずみと収束誤差の確認	層内ひずみと収束誤差を表示します
│	
├ツール	
│　└地震波形の編集	2成分角度補間、SMAC-B2相当波に変換します
│	
├オプション機能	
│　└FLIP解析ナビゲータ※1	FLIP解析をサポートします
│	
└ヘルプ	
├操作説明書	ヘルプを表示します
├バージョン情報	バージョン番号/シリアル番号を表示します
├更新履歴の確認	更新履歴を表示します
├最新バージョンの確認	最新バージョンの確認を行います
└起動時に最新バージョンをチェック	起動時の最新Verﾁｪｯｸの有無を設定します

※1

FLIP解析ナビゲータはFLIP解析の実行、液状化予測、照査用設計震度算出、各種帳票作成をサポートします。

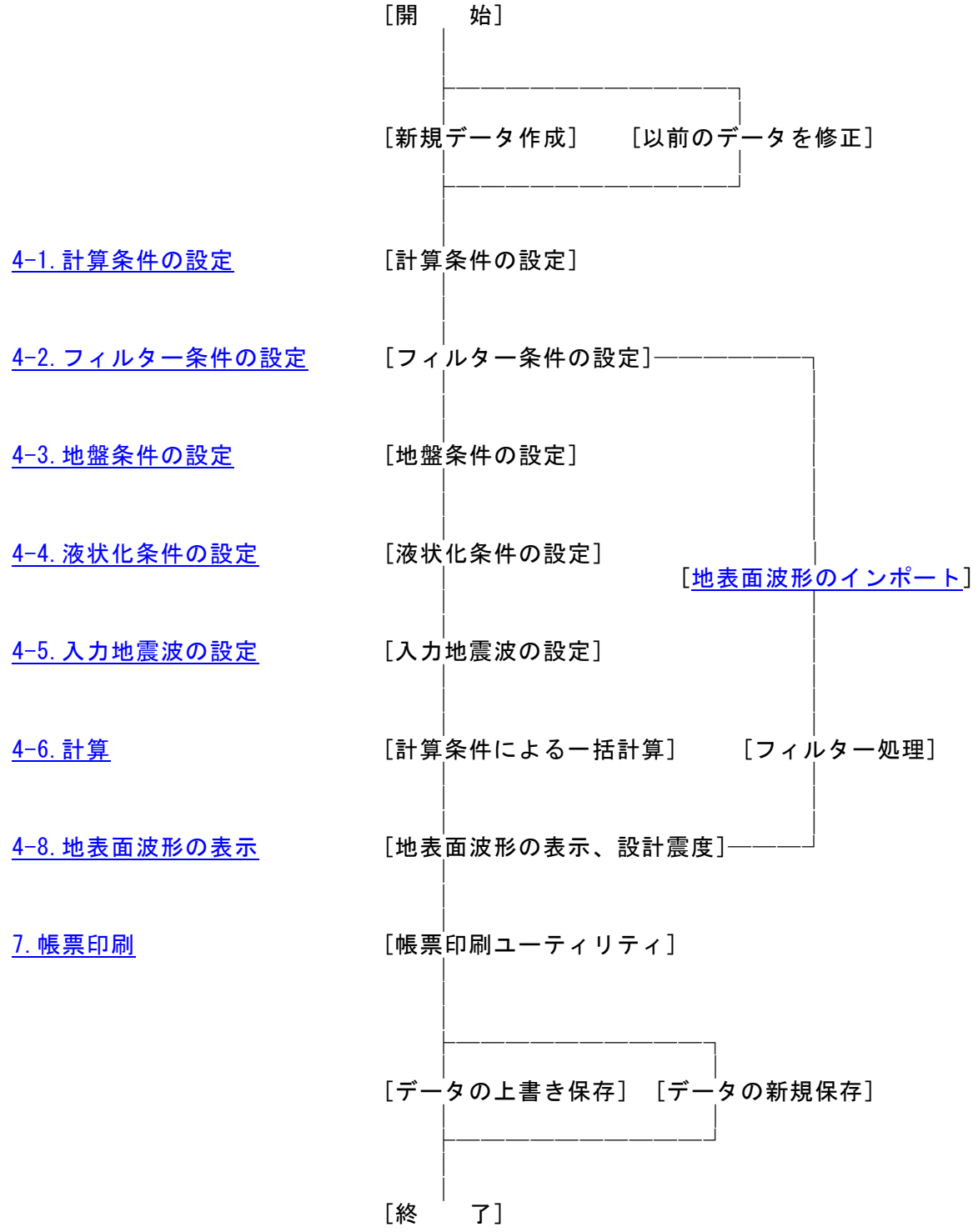
・FLIPﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ本体は別途用意する必要があります。

・FLIPﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ、ﾃﾞｰﾀﾌｫｰﾏｯﾄはVer3.3またはVer4.X以降を対象としています。

・FLIPの購入やお問い合わせ先：一般社団法人 FLIPコンソーシアム

３－３．処理の流れ

「照査用震度算出システム for Windows」は、一般的には以下のように作業の流れで計算を行います。各工程での作業は、次章以降に詳説してあります。また、データを修正する場合には任意の箇所に戻ってその箇所以降の作業をやり直しても構いません。
このフローチャートは一般的な作業の流れであって、必ずしもこの順番どおりでなければ計算できないというわけではありません。



３－４．データの作成／保存

【新規作成(N)】 新規データを作成します。ﾌｧｲﾙ名は｢無題｣となります。

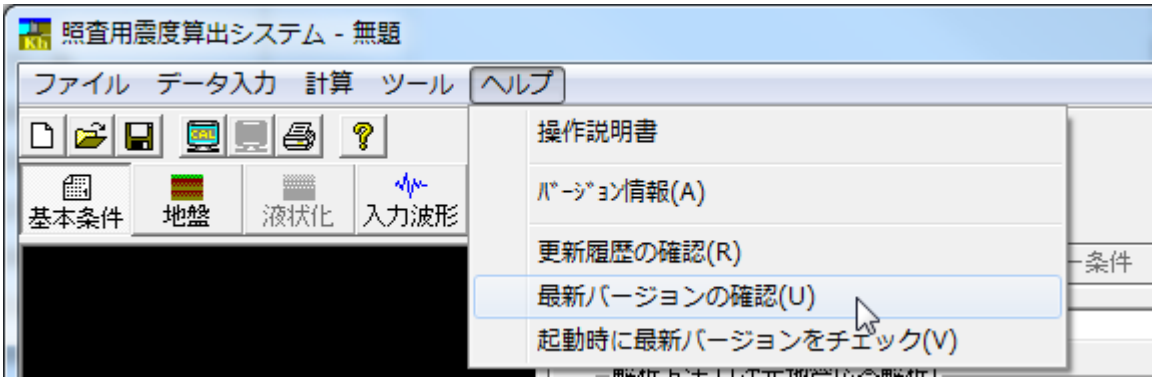
【開く(O)】 既存のデータを開きます。｢ﾌｧｲﾙを開く｣ダイアログボックスが表示されますので、対象ファイルを選択し｢開く｣ボタンをクリックします。

【上書き保存(S)】 現在編集中のデータを保存します。

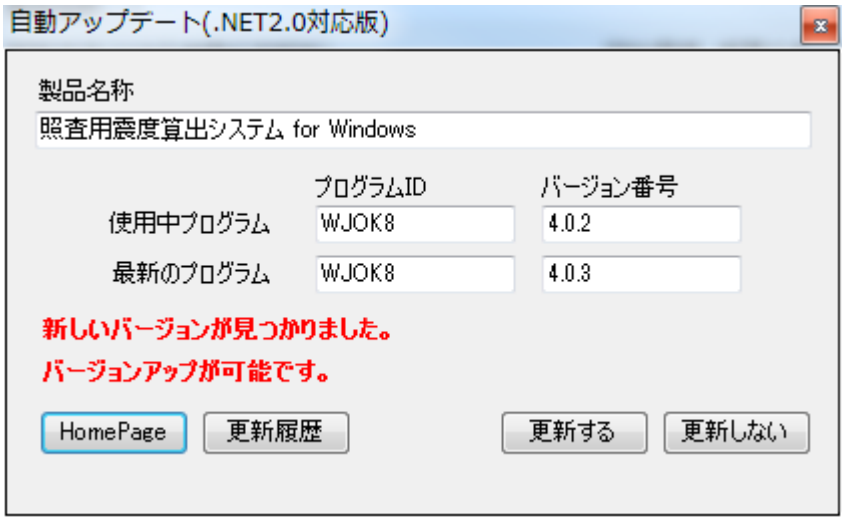
【名前を付けて保存(A)】 新規作成したデータを初めて保存する場合に使用します。｢ﾌｧｲﾙ名を付けて保存｣ダイアログボックスが表示されますので、ﾌｧｲﾙ名を入力し｢保存｣ボタンをクリックします。

３－５．直ちに最新バージョンのチェックを行う

インターネットに接続されている環境であれば、次のメニューを選択することにより、最新バージョンのチェックを行うことができるようになっています。「ﾍﾙﾌﾟ」－「最新バージョンの確認(U)」を選択してください。

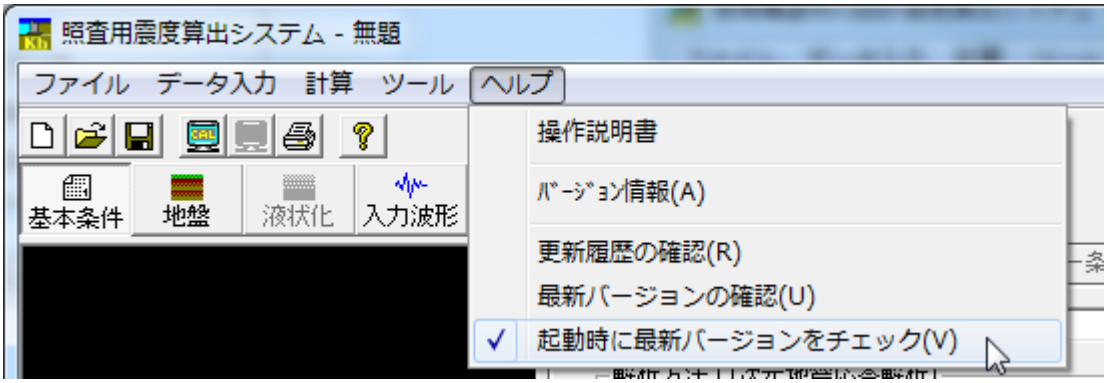


リビジョンアップ／バージョンアップの有無を確認し、更新があれば、現システムの更新を促すメッセージダイアログが表示されます。「更新する」とすれば、セットアッププログラムのダウンロード～実行／更新までを自動的に行います。正常終了すれば、更新されたプログラムが自動的に起動します。

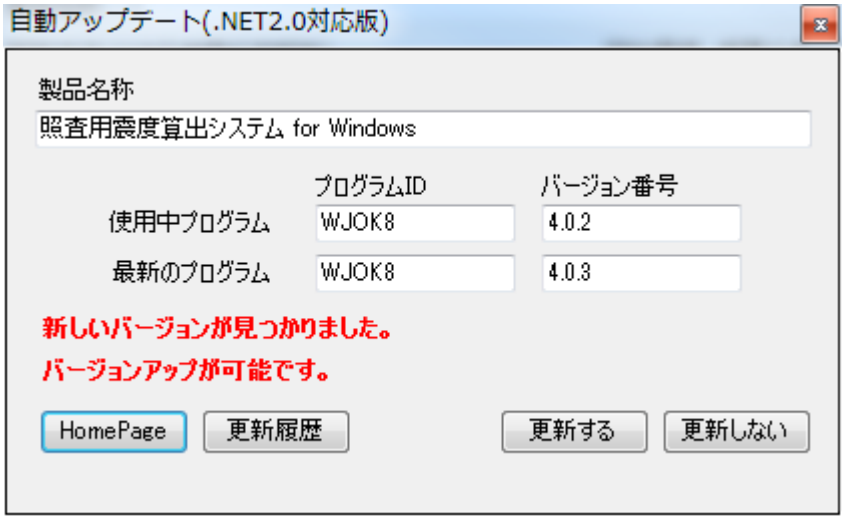


３－６．起動時に最新バージョンの自動チェックを行う

インターネットに接続されている環境であれば、プログラム起動時にインターネットを経由して最新バージョンのチェックを行うことができるようになっています。「ﾍﾙﾌﾟ」－「起動時に最新バージョンをチェック(V)」にチェックをつけてください。次回起動時から有効となります。



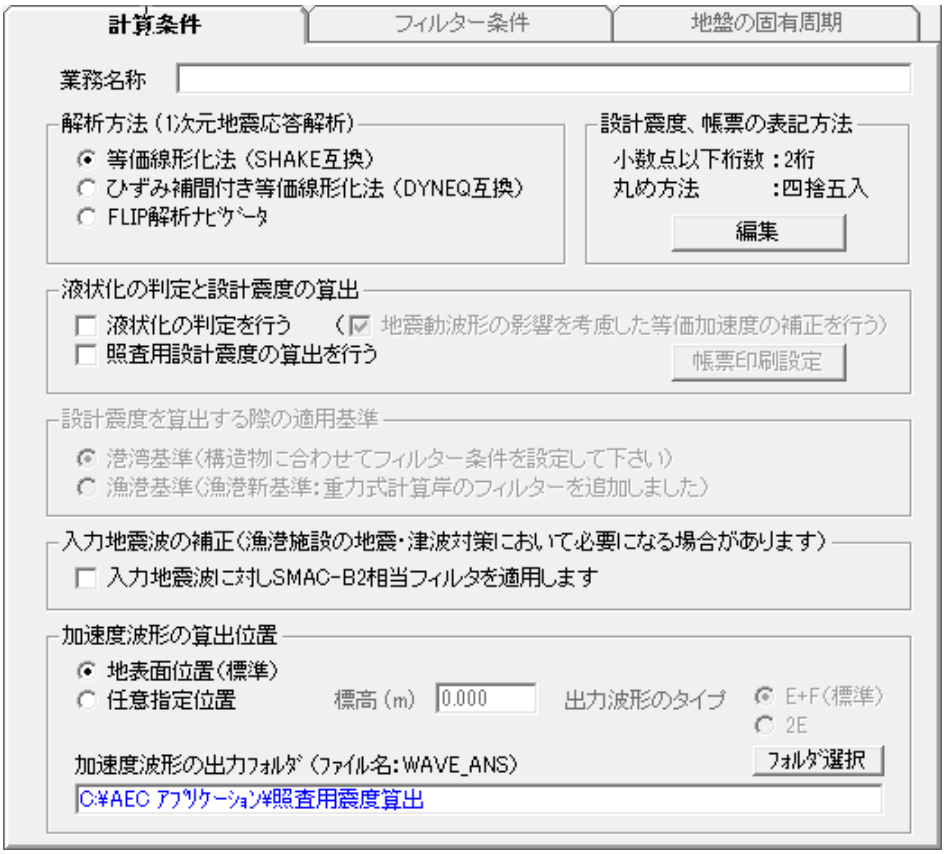
プログラム起動時に、リビジョンアップ／バージョンアップの有無を確認し、更新があれば、現システムの更新を促すメッセージダイアログが表示されます。「更新する」とすれば、セットアッププログラムのダウンロード～実行／更新までを自動的に行います。正常終了すれば、更新されたプログラムが自動的に起動します。



４．データの入力・修正

４－１．計算条件の設定

計算条件を設定します。



[業務名称]

業務名称等を入力します。出力帳票に明記されます。

[解析方法　（1次元地震応答解析）]

1次元地震応答解析の解析方法を選択します。

・等価線形化法（SHAKE互換）
・ひずみ補間付き等価線形化法（DYNEQ互換）
・FLIP解析ナビゲータ

実務において非常に多く用いられてきた等価線形化法（SHAKE）は地盤が軟弱で地震動レベルが大きい場合、高周波領域において減衰を過大評価し結果として剛性を過小評価してしまう欠点が見られます。対して、ひずみ補間付き等価線形化法（DYNEQ）は『応力-ひずみ関係』から挙動の周波数依存性に着目し、周波数領域別に有効せん断ひずみを算定して剛性および減衰定数を求める事でSHAKEの欠点を改善したものです。

※DYNEQ（吉田・末富，1996，佐藤工業（株）技術研究所報）

FLIP解析ナビゲータは有償機能となります、詳しくは5.FLIP解析ﾅﾋﾞｹﾞｰﾀを参照して下さい。

[液状化の判定と設計震度の算出]

液状化の判定または照査用設計震度の算出を行う場合にチェックします。液状化の予測・判定は等価N値、等価加速度によって行います。地震動波形の影響を考慮した液状化の予測・判定も可能です。

※沿岸開発技術研究センター，埋立地の液状化対策ハンドブック（平成9年 改訂版 P.117）

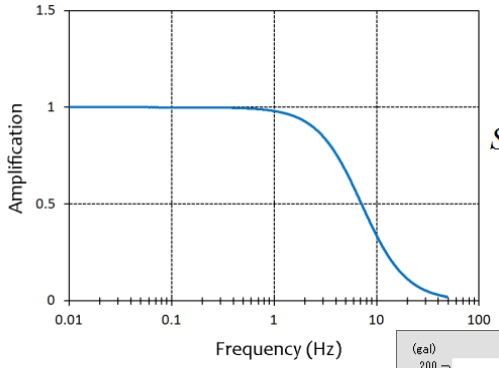
設計震度の値は1次元の地震応答解析により求めた地表面の加速度波形、または外部よりインポートした加速度波形にフィルター処理を行い、各種低減係数を考慮して算出します。

[設計震度を算出する際の適用基準]

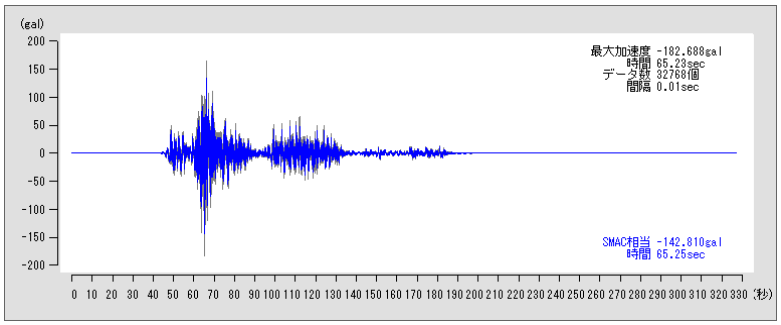
港湾基準と漁港基準によって震度算出方法が異なります。港湾基準を選択した場合は構造物に合わせてフィルター条件を設定して下さい。Ver5.0.0より漁港基準の震度算出方法に重力式係船岸のフィルターを追加しました。

[入力地震波の補正]

平成23年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の設計において入力地震波のSMAC-B2相当波への補正が必要になる場合があります。



$$S(f)=\frac{1}{1-\left(\frac{f}{7.14}\right)^2+2\left(\frac{f}{7.14}\right)i}$$



[加速度波形の算出位置]

1次元の地震応答解析により求める加速度波形位置を選択します。地表面位置を選択するのが通常ですが、桟橋を対象とした場合は設計震度算出用に地表面から1/β位置の加速度波形が必要となりますので、任意位置の標高で指定する事も可能です。任意位置の地震波はE+Fの観測波が標準ですが、2E波の出力も可能です。

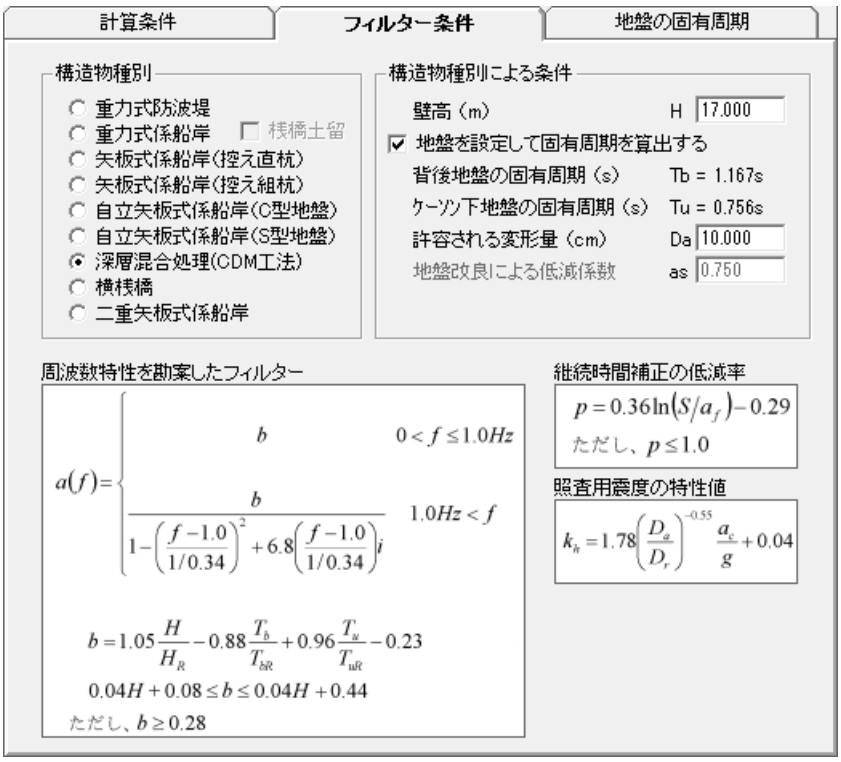
算出した加速度波形は【ファイル名：WAVE_ANS】テキスト形式のデータファイルとして外部出力されています。[ﾌｫﾙﾀﾞ選択]ボタンを押して出力ﾌｫﾙﾀﾞを変更する事が可能です。

[設計震度、帳票の表記方法]

出力帳票に表記する設計震度の小数点以下桁数を設定します。その際、丸め方法の設定も可能です。[既定値とする]ボタンを押すと既定値として記憶し、次回の震度算出システムの起動時に引き継がれます。

４－２．フィルター条件の設定

フィルター条件を設定します。



[構造物種別]

対応する構造物種別を選択します。選択した構造物種別によって設定する条件が切り替わります。

[構造物種別による条件]

構造物種別が防波堤の場合、残変形量の目標値(Dres_t:通常=30cm)と摩擦増大マットの有無を指定します。

構造物種別が桟橋や防波堤以外の場合、壁高(H)、対象地盤の固有周期(Tb･Tu)、許容される変形量(Da:通常10～15cm)を指定します。サンドコンパクション工法などにより地盤改良を行った場合、補正加速度最大値(ac)に対する低減係数(as:SCP≧70の場合=0.75)が指定できます。なお構造物種別が深層混合処理の場合、本体工に対する地盤改良による低減係数は定数(as=0.64)となります。

※地盤改良による低減係数を考慮しない場合はas=1.0として下さい。

地盤の固有周期の算出

$$T_g=4\sum_{i=1}^{n}\frac{H_i}{V_i}$$

ここに、

H_i：土層の層厚(m)

V_i：Ｓ波の速度(m/s)

各層の層厚とS波速度を指定して地盤の固有周期を計算する場合、第3ﾀﾌﾞ[地盤の固有周期]画面に諸元を入力します。

構造物種別が桟橋の場合、構造物(桟橋)の固有周期と応答スペクトルの減衰定数(通常=0.2)を指定します。

Ver2.0.2より自立矢板式係船岸のフィルターを追加しました。本フィルターはＣ型地盤とＳ型地盤に対応しています。地盤の横抵抗係数(ｋ)を指定します。

Ver3.0.0より二重矢板式係船岸のフィルターを追加しました。

※築地健太朗・長尾 毅:自立矢板式係船岸のﾚﾍﾞﾙ1地震動に対する照査用震度、海洋開発論文集、第24巻、2008年7月 pp.183～188:ﾚﾍﾞﾙ1地震動に対する自立矢板式および二重矢板式係船岸の耐震性能照査用震度の設定方法、国土技術政策総合研究所資料 No.454、2008年3月

１）重力式防波堤のフィルター

$$F=\frac{1}{af^2+bf+1}$$

$$a=0.0178D_{\max}-0.0035$$
$$b=0.0095D_{\max}+0.8174$$
$$D_{\max}=\frac{D_{res_t}}{0.87R_{acc}+0.44}$$
$$R_{acc}=\frac{|acc_{\max}+acc_{\min}|}{\max(acc_{\max},|acc_{\min}|)}$$

$$F=\frac{1}{af^2+bf+1}$$

$$a=0.0145D_{\max}-0.022$$
$$b=0.0074D_{\max}+0.8542$$
$$D_{\max}=\frac{D_{res_t}}{0.87R_{acc}+0.52}$$
$$R_{acc}=\frac{|acc_{\max}+acc_{\min}|}{\max(acc_{\max},|acc_{\min}|)}$$

※摩擦増大マットを使用する場合

２）重力式係船岸／深層混合処理（ＣＤＭ工法）のフィルター

$$a(f)=\begin{cases} b & f\le 1.0Hz \\ \dfrac{b}{1-\left(\dfrac{f-1.0}{1/0.34}\right)^2+6.8\left(\dfrac{f-1.0}{1/0.34}\right)i} & 1.0Hz<f \end{cases}$$

$$b=1.05\frac{H}{H_R}-0.88\frac{T_b}{T_{bR}}+0.96\frac{T_u}{T_{uR}}-0.23$$
$$0.04H+0.08\le b\le 0.04H+0.44$$
ただし、$b\ge 0.28$

３）矢板式係船岸（控え直杭）のフィルター

$$a(f)=\begin{cases} b & 0<f\le 1.0Hz \\ \dfrac{b}{1-\left(\dfrac{f-1.0}{1/0.34}\right)^2+11.0\left(\dfrac{f-1.0}{1/0.34}\right)i} & 1.0Hz<f \end{cases}$$

$$b=2.25\frac{H}{H_R}-0.88\frac{T_b}{T_{bR}}+0.96\frac{T_u}{T_{uR}}-0.96$$
$$0.12H-0.78\le b\le 0.12H-0.24$$
ただし、$b\ge 0.41$

４）矢板式係船岸（控え組杭）のフィルター

$$a(f)=\begin{cases} b & 0<f\le 1.0Hz \\ \dfrac{b}{1-\left(\dfrac{f-1.0}{1/0.34}\right)^2+11.0\left(\dfrac{f-1.0}{1/0.34}\right)i} & 1.0Hz<f \end{cases}$$

$$b=2.25\frac{H}{H_R}-0.88\frac{T_b}{T_{bR}}+0.96\frac{T_u}{T_{uR}}-0.76$$

$$0.12H-0.78\le b\le 0.12H-0.04$$

ただし、$b\ge 0.41$

５）自立矢板式係船岸（Ｃ型／Ｓ型地盤）のフィルター

$$a(f)=\begin{cases} b & f\le 1.5Hz \\ \dfrac{b}{1-\{g(f)\}^2+4.5g(f)i} & f>1.5Hz \end{cases}$$

$$g(f)=0.34(f-1.5)$$

$$b=2.97\frac{H}{H_R}-0.88\frac{T_b}{T_{bR}}+0.96\frac{T_u}{T_{uR}}+0.32\frac{k}{k_R}-1.18$$

$$0.35H-0.47\le b\le 0.35H+0.59$$

ただし、壁高$H\ge 4.0m$とする

６）二重矢板式係船岸のフィルター

$$a(f)=\begin{cases} b & f\le 1.0Hz \\ \dfrac{b}{1-\{g(f)\}^2+11.0g(f)i} & f>1.0Hz \end{cases}$$

$$g(f)=0.34(f-1.0)$$

$$b=2.40\frac{H}{H_R}-0.88\frac{T_b}{T_{bR}}+0.96\frac{T_u}{T_{uR}}-0.97$$

$$0.12H-0.66\le b\le 0.12H-0.17$$

ただし、$b\ge 0.41$

７）漁港基準、重力式係船岸のフィルター

$$\alpha(f)=\begin{cases} b & f \le 1.2Hz \\ \dfrac{b}{1-\{g(f)\}^2+18.5g(f)i} & f > 1.2Hz \end{cases}$$

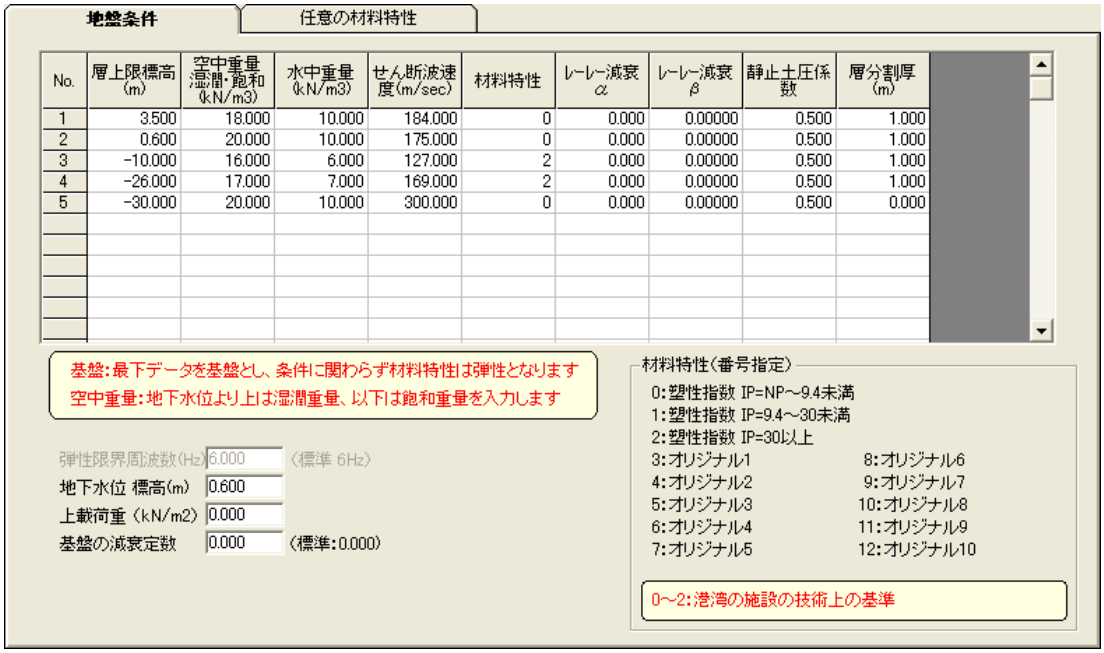
$$g(f)=0.099(f-1.2)$$

$$b=0.43\frac{H}{H_R}+1.33\frac{T_b}{T_{bR}}-0.66\frac{T_u}{T_{uR}}+0.32$$

ただし、$b \ge 0.28$

４－３．地盤条件の設定

1次元地震応答解析の対象位置となる地盤条件の設定を行います。



No.	層上限標高(m)	空中重量 湿潤・飽和(kN/m3)	水中重量(kN/m3)	せん断波速度(m/sec)	材料特性	レーレー減衰 α	レーレー減衰 β	静止土圧係数	層分割厚(m)
1	3.500	18.000	10.000	184.000	0	0.000	0.00000	0.500	1.000
2	0.600	20.000	10.000	175.000	0	0.000	0.00000	0.500	1.000
3	-10.000	16.000	6.000	127.000	2	0.000	0.00000	0.500	1.000
4	-26.000	17.000	7.000	169.000	2	0.000	0.00000	0.500	1.000
5	-30.000	20.000	10.000	300.000	0	0.000	0.00000	0.500	0.000

[地盤条件]

表形式の入力画面を使って1行＝1層として地表面(桟橋等は海底面)から順にモデル化した地盤条件を設定します。最下行は工学基盤の諸元となります。

空中重量とは、地下水位より上位に湿潤単位体積重量、下位に飽和単位体積重量を、**水中重量**とは、浮力を考慮した単位体積重量を指定します。

せん断波速度(Vs)は速度検層(PS検層)で求まる値を指定します。Vsが得られない場合や、施工後の有効上載圧が変わる等の場合は適切な方法での推測値を指定します。

※地震応答解析に使用する土の密度ρは、空中重量を用いて算出しています。

施工前のせん断波速度(Vs)から施工後のせん断波速度(Vs)を推測する式

$$V_S = V_{S0}\left(\frac{\sigma_v'}{\sigma_{v0}'}\right)^B$$

V_S ：施工後のせん断波速度

V_{S0} ：施工前のせん断波速度

σ_v' ：施工後の有効上載圧力

σ_{v0}' ：施工前の有効上載圧力

B ：砂質土ならびに塑性指数IP=30以下の粘性土の場合は0.25、塑性指数IP=30以上の粘性土の場合は0.5となる。

その他の推測値

マウンド捨石のせん断波速度 ：Vs=300m/s

裏込めのせん断波速度 ：Vs=225m/s

※港湾の施設の技術上の基準・同解説　P.350

※Ｎ値からせん断波速度(Vs)を推測する式として『今井式』，『道路橋示方書式』等がありますが、推測値の評価には十分な注意が必要となります。

Ｎ値を用いてせん断波速度(Vs)を推定する際、壁体直下の地盤のように施工前の地盤のＮ値しか入手できない場合には、有効上載圧力の増加による影響を考慮して施工後のＮ値を推定します。推定にあたっては次式を利用することができます。

$$N = \frac{\left(0.0041\sigma_v' + \boxed{0.7335}\right)N_0 + 0.019\left(\sigma_v' - \sigma_{v0}'\right)}{0.0041\sigma_{v0}' + \boxed{0.7335}}$$

※基準の記述は **0.7355** とあるが誤記と思われる。要確認

N ：施工後のＮ値
N_0 ：施工前のＮ値
σ_v' ：施工後の有効上載圧力
σ_{v0}' ：施工前の有効上載圧力

※港湾の施設の技術上の基準・同解説　P.349

材料特性(土質の動的変形特性)は番号指定で設定します。0～2：港湾の施設の技術上の基準による塑性指数(IP)による分類。その他任意の材料特性として10種類の設定が可能です。

※埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版) 平成9年 沿岸開発技術研究センター P.67

材料特性0～2：港湾の施設の技術上の基準（塑性指数による分類）

A(IP,γ) および n(IP,γ) の値

せん断ひずみ振幅 γ	塑性指数 IP					
	NP～9.4未満		9.4～30未満		30以上	
	A(IP,γ)	n(IP,γ)	A(IP,γ)	n(IP,γ)	A(IP,γ)	n(IP,γ)
1.0E-06	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
1.0E-05	0.93	0.01	0.96	0.00	0.97	0.00
5.0E-05	0.83	0.03	0.91	0.01	0.93	0.00
1.0E-04	0.75	0.05	0.84	0.02	0.89	0.00
2.5E-04	0.56	0.10	0.74	0.05	0.82	0.00
5.0E-04	0.43	0.16	0.59	0.09	0.70	0.00
1.0E-03	0.30	0.22	0.45	0.16	0.58	0.00
2.5E-03	0.15	0.30	0.26	0.22	0.42	0.00
5.0E-03	0.07	0.34	0.12	0.26	0.28	0.00
1.0E-02	0.03	0.36	0.05	0.28	0.18	0.00
1.0E-01	0.03	0.36	0.05	0.28	0.18	0.00

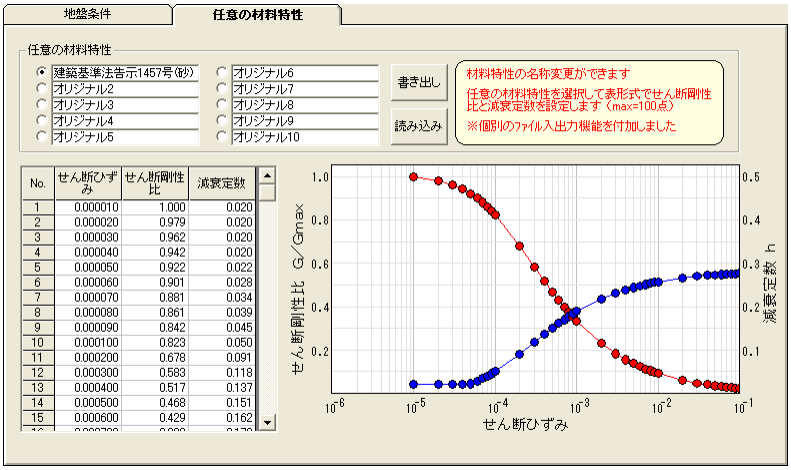
減衰定数の値

せん断ひずみ振幅 γ	塑性指数 IP<30 平均	塑性指数 IP≧30 平均
1.0E-06	0.026	0.025
1.0E-05	0.030	0.030
5.0E-05	0.033	0.034
1.0E-04	0.037	0.038
2.5E-04	0.055	0.050
5.0E-04	0.080	0.066
1.0E-03	0.120	0.086
2.5E-03	0.174	0.118
5.0E-03	0.200	0.144
1.0E-02	0.220	0.175
1.0E-01	0.220	0.175

G-γ関係をせん断ひずみ振幅γと塑性指数IPの関数として次のように表しています。

$$\frac{G}{G_{\max}} = \bar{A}(IP,\gamma)\sigma_m'^{\,n(IP,\gamma)}$$

その他任意の材料特性(3～12番)を利用する場合は予め材料特性名称とせん断ひずみに対するせん断剛性比(G/Gmax)と減衰定数(h)を表形式にて設定します。設定した材料特性をCSV形式にてﾌｧｲﾙ入出力する事も可能です。



散乱減衰とは。不均質な材料である地盤を均質な物体として解析しており、本来ならば不均質な媒質に入射した波動は直進する事ができず散乱します。散乱しながら伝播する波動はあたかも減衰を生じているようにみえ、このような減衰を散乱減衰と呼びます。DYNEQ理論では福島・翠川が取りまとめて提案した以下の減衰モデルを用意しました。

材　料	式（原論文）	$h=1/(2Q)=h_0 f^{\alpha}$		h（%）	
		h_0	α	0.5Hz	5Hz
粘土	$\log Q^{-1}=-0.57\log f-0.83$	0.07396	-0.57	10.98	2.95
シルト	$\log Q^{-1}=-0.53\log f-1.02$	0.04775	-0.53	6.89	2.03
砂	$\log Q^{-1}=-0.73\log f-0.87$	0.06745	-0.73	11.19	2.08
礫	$\log Q^{-1}=-0.46\log f-0.80$	0.07924	-0.46	10.90	3.78
堆積岩(100m 以浅)	$\log Q^{-1}=-0.51\log f-0.63$	0.11721	-0.51	16.69	5.16
堆積岩(100m 以深)	$\log Q^{-1}=-0.68\log f-1.56$	0.01377	-0.68	2.20	0.46

※福島美光（清水建設大崎研究室），翠川三郎（東京工業大学大学院総合理工学研究科社会開発工学専攻）、周波数依存性を考慮した表層地盤の平均的なQ^<-1>値とそれに基づく地盤増幅率の評価、構造系論文報告集　NO.460　P.37　1994年6月。
※減衰モデルの表はDYNEQマニュアルより引用しました。

レーレー減衰は　$h=\alpha/2\omega+\beta\omega/2$　となります。地下逸散減衰を考慮できない境界条件（上部構造等）の内部減衰として人為的に与える減衰となります。ただし、入力する推奨値と言うものはなく設計者の判断で指定します。
静止土圧係数は省略可能、省略（未入力：0.000）した場合は計算内部にて0.5として扱います。
層分割厚で入力した値を使用して計算内部にて土層分割を行います。値は設計者の判断で指定します（参考値：地表～-10m=2m、以深=2.5m程度）分割しない場合は0.000とします。
※埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版）平成９年　P.96～　b)地盤の層分割
※表入力で最下となる層を基盤として扱います。

[弾性限界周波数]

DYNEQ理論では有効ひずみを求める際、あるひずみより周波数の大きい部分では弾性挙動とします。過去の事例から弾性限界となる周波数は2～10Hz程度であり、標準値として6Hzを採用しています。

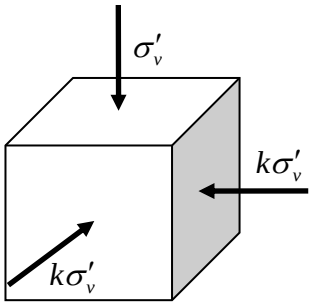
[地下水位　標高]

地下水位を標高で指定します。地震応答解析に使用する土の密度ρは、空中重量（湿潤重量・飽和重量）から求めますので、地盤条件は水位標高で層分けして設定して下さい。

[上載荷重]

上載荷重を指定します。平均有効主応力(P)を算出するための有効上載圧（σ'v）に加算します。

平均有効主応力　$p=\dfrac{\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3}{3}$



右図より、

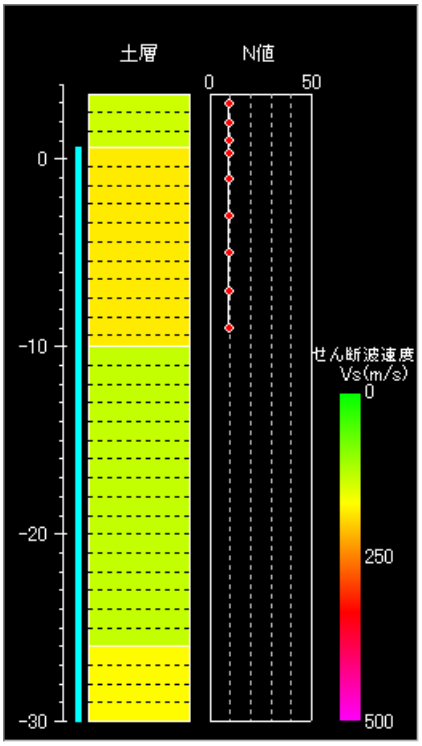
$$p=\frac{\sigma'_v+k\sigma'_v+k\sigma'_v}{3}=\frac{(1+2k)\sigma'_v}{3}$$

ここで、
　k　：静止土圧係数

[基盤の減衰定数]

基盤の逸散減衰以外に考慮する減衰がある場合に指定します。0.000とした場合は逸散減衰のみとなります。

設定した地盤条件は柱状図モデルとして画面表示されます。画面左から標高軸、地下水位、土層(Vsによる色分け)、N値となります。層分割厚を指定して土層を分割する場合、分割位置を破線で表します。
N値は液状化条件で入力した値を表示します。



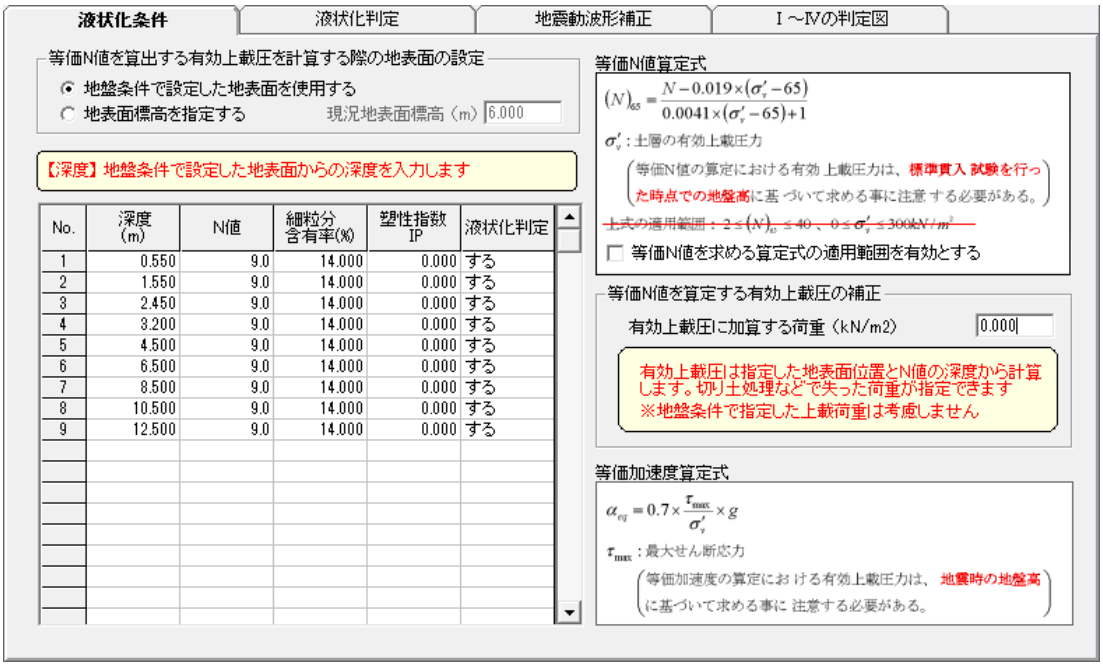
液状化判定を行う場合、N値を設定した深度の応答解析結果が必要になります。N値を表す赤丸に対応する地盤が無い場合は液状化判定エラーとなります。応答解析途中に以下のエラーメッセージが表示された場合は、地盤条件やN値の深度等をご確認ください。

エラーメッセージ

・液状化判定／最大加速度の取出しで異常終了しました。
・液状化判定／最大ひずみ、最大せん断応力の取出しで異常終了しました。

４－４．液状化条件の設定

液状化の予測・判定を行う場合に設定を行います。



No.	深度（m）	N値	細粒分含有率(%)	塑性指数IP	液状化判定
1	0.550	9.0	14.000	0.000	する
2	1.550	9.0	14.000	0.000	する
3	2.450	9.0	14.000	0.000	する
4	3.200	9.0	14.000	0.000	する
5	4.500	9.0	14.000	0.000	する
6	6.500	9.0	14.000	0.000	する
7	8.500	9.0	14.000	0.000	する
8	10.500	9.0	14.000	0.000	する
9	12.500	9.0	14.000	0.000	する

[等価Ｎ値を算出する有効上載圧を計算する際の地表面の設定]

地表面位置を指定します。有効上載圧を計算する際の地表面が盛土処理等により地盤条件の地表と異なる場合は任意に地表面標高を指定します。
※切り土処理等で土層が消失している場合は次の[等価Ｎ値を算定する有効上載圧の補正]にて調整します。

※等価Ｎ値を算出する際の有効上載圧は標準貫入試験を行った時点での地表面に基づいて求めることに注意して下さい。
※等価加速度を算出する際の有効上載圧は地震時の地表面に基づいて求めることに注意して下さい。

[等価Ｎ値算定式]

Ver3.0.6より、等価N値算定式の適用範囲（$2 \le (N)_{65} \le 40$、$0 \le \delta_{v'} \le 300kN/m^2$）の有効／無効が選択可能です。

[等価Ｎ値を算定する有効上載圧の補正]

切り土処理等で消失した荷重を指定します。地表とＮ値の深度から求めた有効上載圧に加算して適正な有効上載圧を求めます。

[液状化条件]

表形式の入力画面を使って1行＝1箇所として地表面から順に設定します。**深度**は指定した地表面からＮ値を観測した位置までの深度距離を指定します。観測Ｎ値、細粒分含有率(%)、塑性指数(IP)を指定します。塑性指数が得られない場合は0.000を入力します。 あえて液状化予測・判定を行わない箇所であれば液状化判定項目を[しない]とします。

液状化の予測と判定について

以下の方法によって等価Ｎ値、等価加速度による予測・判定を行います。

1) 与えられたＮ値と有効上載圧から等価Ｎ値を算定します。
2) 細粒分を多く含む場合のＮ値の補正を行い、補正後の等価Ｎ値を求めます。
3) 1次元の地震応答解析から求まる最大せん断応力を用いて等価加速度を求めます。
4) 等価Ｎ値と等価加速度から対象土層がⅠ～Ⅳのどの範囲にあるか判定します。

※沿岸開発技術研究センター，埋立地の液状化対策ハンドブック(平成9年 改訂版 P.117)

等価Ｎ値の算定式

$$(N)_{65} = \frac{N - 0.019 \times (\delta_{v'} - 65)}{0.0041 \times (\delta_{v'} - 65) + 1}$$ 式-4.4.1

$\delta_{v'}$：土層の有効上載圧力

（等価N値の算定における有効上載圧力は、標準貫入試験を行った時点での地盤高に基づいて求める事に注意する必要がある。）

上式の適用範囲：$2 \leq (N)_{65} \leq 40$ 、$0 \leq \delta_{v'} \leq 300kN/m^2$

※Ver3.0.6より適用範囲の有効／無効の選択が可能です。

細粒分を多く含む場合のＮ値の補正

細粒分（粒径が75μｍ以下）を5%以上含むものについては下記に示すようにＮ値の補正を行い、対象土層が図-4.4.2に示したⅠ～Ⅳのどの範囲にあるかを調べる。

a） 細粒分含有率が15%未満

式-4.4.1で得られた等価Ｎ値を図-4.4.1に示す補正係数で除した値を等価Ｎ値として用いる。

b） 細粒分含有率が15%以上

1） 塑性指数 IP＜10、塑性指数が得られない場合

式-4.4.1で得られた等価Ｎ値を補正係数0.5で除した値を等価Ｎ値として用いる。

2） IP≧20

式-4.4.1による等価Ｎ値は用いないで土層から得られたＮ値そのものに式-4.4.2による加算補正を行う。そして加算補正後のＮ値そのものを等価Ｎ値とし図-4.4.2を用いる。

$$\Delta N = 8 + 0.4 \times (IP - 10)$$ 式-4.4.2

3） 10≦IP＜20

土層から得られたＮ値そのものに塑性指数を用いて式-4.4.2による加算補正を行う。そして加算補正後のＮ値そのものを等価Ｎ値とし、図-4.4.2のⅠ～Ⅳのどの範囲にあるかを調べる。この場合、ⅢとⅣの範囲に含まれる場合に限り式-4.4.1より得られる等価Ｎ値を細粒分による補正係数0.5で除し、その値を等価Ｎ値とする。得られたＮ値を図-4.4.2にプロットしⅣに含まれた場合はⅣと判断し、それ以外の場合はⅢとする。

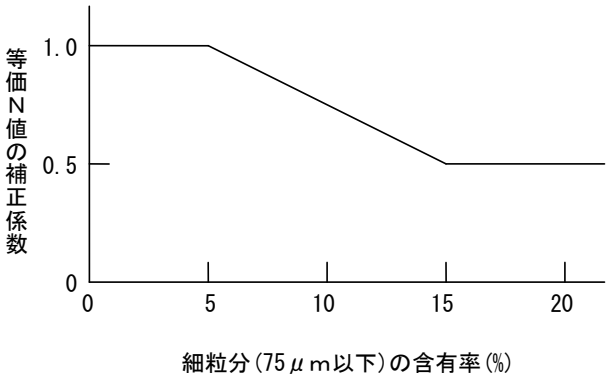


図-4.4.1 細粒分に応じた等価Ｎ値の補正係数

等価加速度の算定式

$$\alpha_{eq} = 0.7 \times \frac{\tau_{\max}}{\sigma'_v} \times g$$

ここに、

α_{eq} : 等価加速度

$\tau_{\max}$: 最大せん断応力

σ'_v : 有効上載圧力

g : 重力加速度

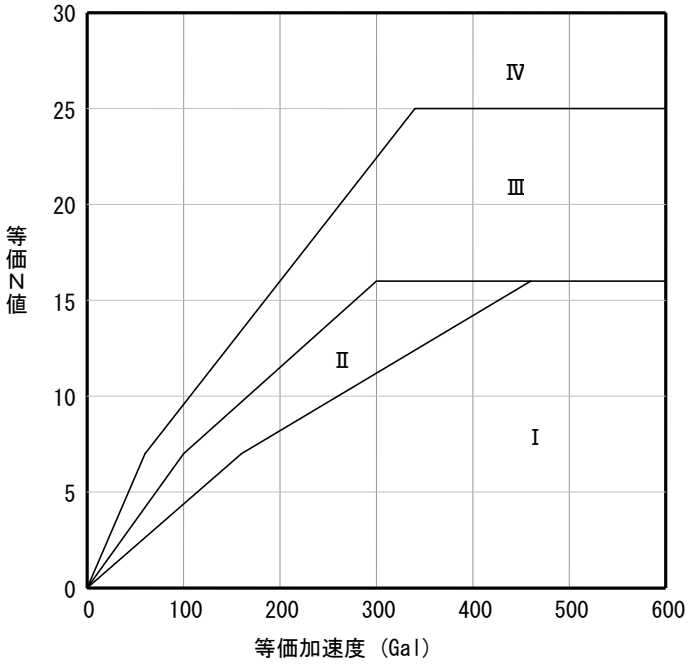
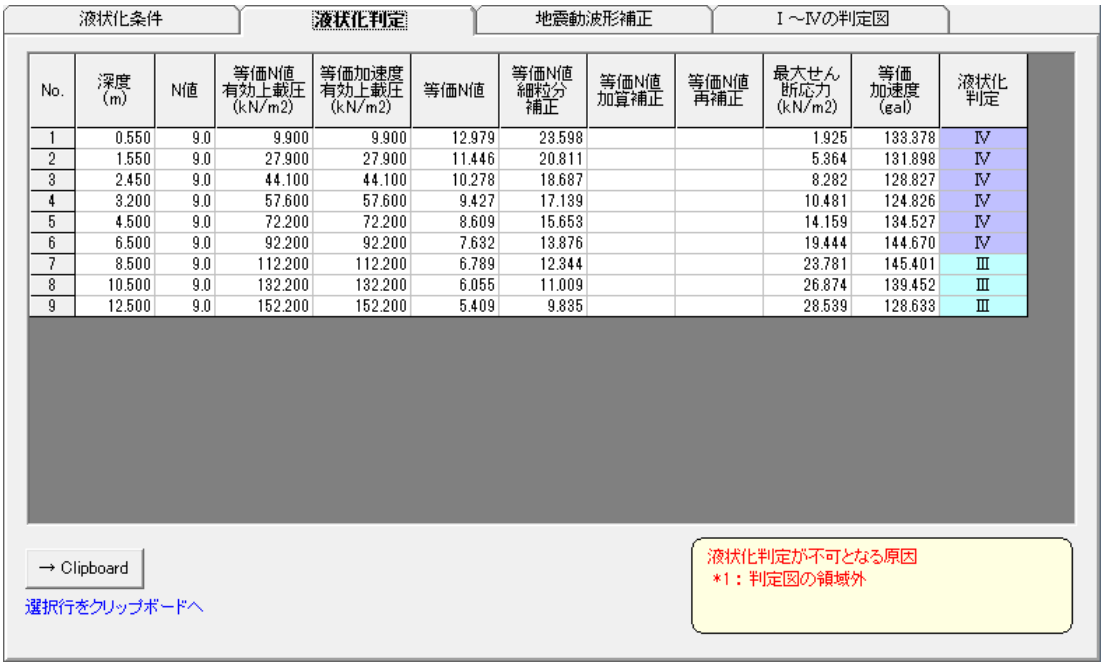


図-4.4.2 境界の等価Ｎ値

図-4.4.2に示す範囲	粒度とＮ値による液状化の予測	粒度とＮ値による液状化の判定
Ⅰ	液状化する。	液状化すると判定。
Ⅱ	液状化する可能性が大きい。	液状化すると判定するか、繰返し三軸試験により判定する。
Ⅲ	液状化しない可能性が大きい。	液状化しないと判定するか、繰返し三軸試験により判定する。 構造物に特に安全を見込む必要がある場合には、液状化すると判定するか、繰返し三軸試験により判定する。
Ⅳ	液状化しない。	液状化しないと判定する。

液状化の予測と判定結果の表示について

一括計算により液状化の予測と判定を行うと、液状化条件の画面にて計算結果が参照できます。



No.	深度 (m)	N値	等価N値 有効上載圧 (kN/m2)	等価加速度 有効上載圧 (kN/m2)	等価N値	等価N値 細粒分 補正	等価N値 加算補正	等価N値 再補正	最大せん 断応力 (kN/m2)	等価 加速度 (gal)	液状化 判定
1	0.550	9.0	9.900	9.900	12.979	23.598			1.925	133.378	Ⅳ
2	1.550	9.0	27.900	27.900	11.446	20.811			5.364	131.898	Ⅳ
3	2.450	9.0	44.100	44.100	10.278	18.687			8.282	128.827	Ⅳ
4	3.200	9.0	57.600	57.600	9.427	17.139			10.481	124.826	Ⅳ
5	4.500	9.0	72.200	72.200	8.609	15.653			14.159	134.527	Ⅳ
6	6.500	9.0	92.200	92.200	7.632	13.876			19.444	144.670	Ⅳ
7	8.500	9.0	112.200	112.200	6.789	12.344			23.781	145.401	Ⅲ
8	10.500	9.0	132.200	132.200	6.055	11.009			26.874	139.452	Ⅲ
9	12.500	9.0	152.200	152.200	5.409	9.835			28.539	128.633	Ⅲ

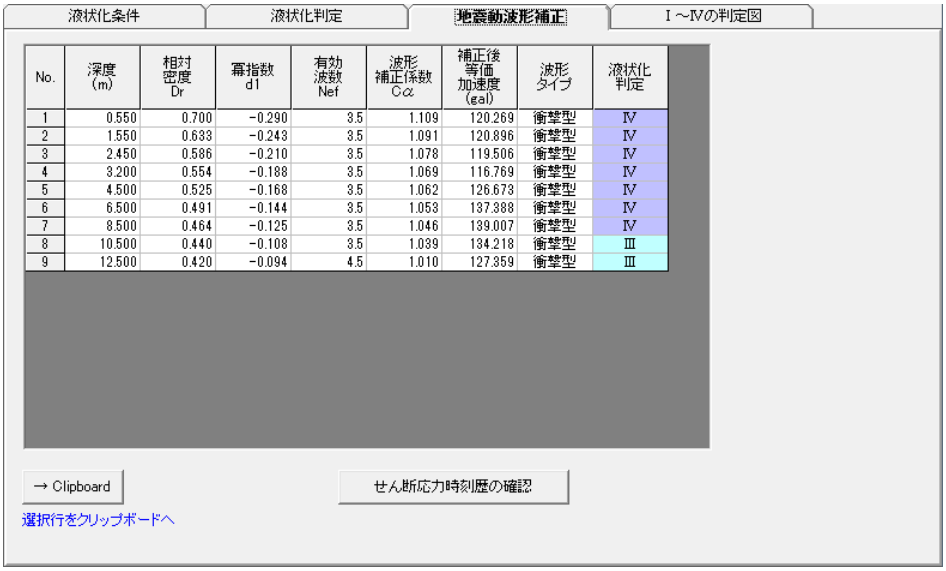
等価Ｎ値と補正した等価Ｎ値、及び1次元地震応答解析結果と最大せん断応力を用いて算出した等価加速度を表示します。等価Ｎ値(補正値)と等価加速度を用いて対象土層が図-4.4.2に示したⅠ～Ⅳのどの範囲にあるかを色分けして表示します。

細粒分含有率が15%以上で塑性指数が10≦IP＜20の時、再補正によってⅣ以外の範囲をⅢと判定する場合はⅢ（またはⅢ(Ⅱ)かⅢ(Ⅰ)）と表示します。

また、液状化判定が不可となる場合、原因となる項目値を赤色にて表示します。

<u>地震動の影響を考慮した液状化の予測と判定の補正について</u>

平成24年8月29日に『液状化予測・判定方法の改訂』が行われました。これまでの液状化予測・判定法で用いられてきた地震動の大きさ（最大せん断応力）に地震動の継続時間（≒有効波数）を考慮した補正係数を乗じる事により、地震動の大きさと継続時間の長さの影響を考慮した液状化予測・判定法になります。



No.	深度 (m)	相対 密度 Dr	冪指数 d1	有効 波数 Nef	波形 補正係数 Cα	補正後 等価 加速度 (gal)	波形 タイプ	液状化 判定
1	0.550	0.700	-0.290	3.5	1.109	120.269	衝撃型	Ⅳ
2	1.550	0.633	-0.243	3.5	1.091	120.896	衝撃型	Ⅳ
3	2.450	0.586	-0.210	3.5	1.078	119.506	衝撃型	Ⅳ
4	3.200	0.554	-0.188	3.5	1.069	116.769	衝撃型	Ⅳ
5	4.500	0.525	-0.168	3.5	1.062	126.673	衝撃型	Ⅳ
6	6.500	0.491	-0.144	3.5	1.053	137.388	衝撃型	Ⅳ
7	8.500	0.464	-0.125	3.5	1.046	139.007	衝撃型	Ⅳ
8	10.500	0.440	-0.108	3.5	1.039	134.218	衝撃型	Ⅲ
9	12.500	0.420	-0.094	4.5	1.010	127.359	衝撃型	Ⅲ

等価加速度の補正

$$\alpha_{eq} = 0.7 \times \frac{\tau_{\max}}{\sigma'_v} \times g \times \frac{1}{c_\alpha}$$

$$c_\alpha = 5^{-d_1} \times n_{ef}{}^{d_1}$$

$$d_1 = 0.2 - 0.7 \times D_r : \left(D_r \geq \frac{0.2}{0.7} \right)$$

$$d_1 = 0 : \left(D_r < \frac{0.2}{0.7} \right)$$

$$D_r = 0.16 \sqrt{\frac{170 \cdot N}{70 + \sigma_v{}'}}$$

ここに、

α_{eq} ：等価加速度

$\tau_{\max}$ ：最大せん断応力

g ：重力加速度

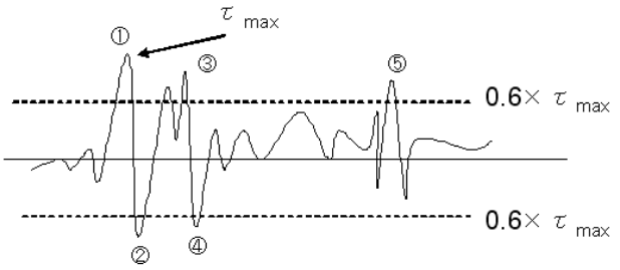
c_α ：波形補正係数（塑性指数によるN値の補正を行い液状化の予測・判定を行う場合にはd1=-0.3を代入してc_αを求める。）

d_1 ：冪指数

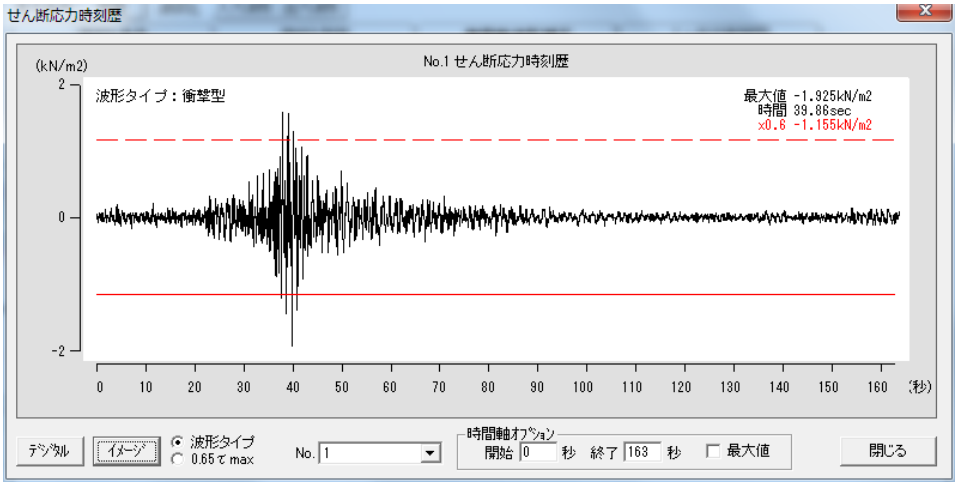
n_{ef} ：有効波数（せん断応力の時刻歴において最大せん断応力の6割以上の波頭の数の半分）

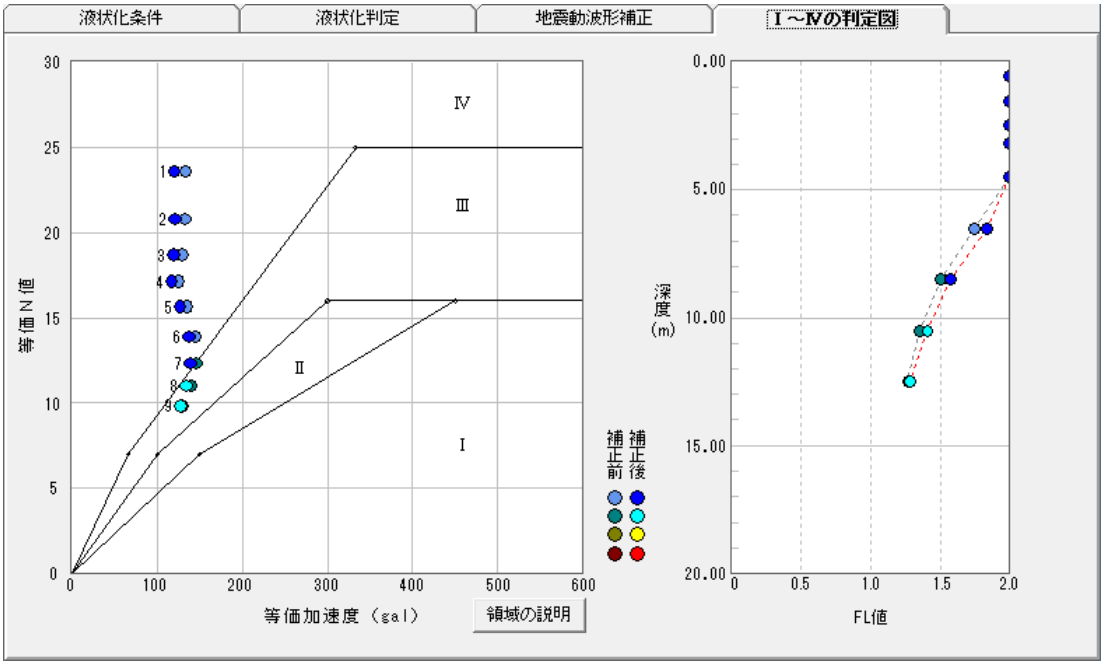
D_r ：相対密度（N値計測時の有効上載圧から求めてよい。ただしD_r≦1.0とする）

σ'_v ：有効上載圧力（等価加速度の算定における有効上際圧は地震時の地盤高に基づいて求め、相対密度の算定における有効上載圧はN値計測時の地盤高に基づいて求めることに注意する必要がある）



この場合の有効波数 :n_{ef} ＝5/2＝2.5





等価Ｎ値と等価加速度を判定図に色分けしてプロットします。液状化安全率（FL値）の深度分布図を表示します。

液状化安全率（FL値）について

FL値はプロット図のⅡ～Ⅲの境界線をFL値＝1.0とし、各エリアの位置関係を数値化した値になります。

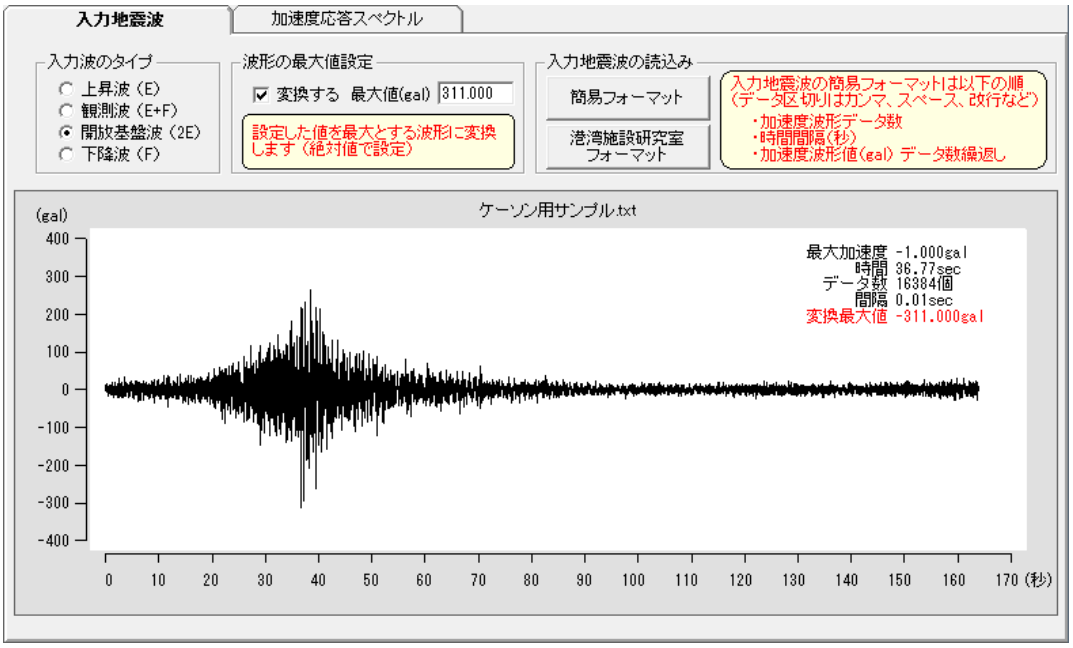
※FL値の計算方法：『地震動波形の影響を考慮した液状化の予測・判定に関する提案（P.95）、港湾空港技術研究所報告、第49巻、第3号、2010』

対象土層の等価N値より液状化限界（Ⅱ～Ⅲ境界）の等価加速度を求め、これをその土層の等価加速度で除して求める。ただし、等価N値が16以上の場合には土層の等価Nを限界N値（等価加速度に対するⅡ～Ⅲ境界の等価N値）で除した値をFL値とする。
また、FL値が2以上となる場合はFL=2とする。

※Ver4.0.0よりプロットマークの帳票印刷設定が行えるようになりました。補正後のみ印刷する場合は、基本条件-計算条件画面の帳票印刷設定ボタンを押して『補正後のみ印刷する』に設定して下さい。

４－５．入力波形の設定

基盤に入射する加速度波形を設定します。



[入力波のタイプ]

入力波のタイプを選択します。通常は上昇波の2倍(2E)となる開放基盤波タイプを使用します。場合によって上昇波(E)、観測波(E+F)、下降波(F)を選択してください。

[波形の最大値設定]

読込んだ加速度波形の最大値を指定することができます。最大値設定を行うには[変換する]チェックボタンにチェックをして、最大値を絶対値で設定します。読込んだオリジナルを使用する場合はチェックを外します。

[入力地震波の読込み]

入力地震波(加速度波形)の読込みを行います。ボタンをクリックするとファイルを開くダイアログが表示されますので、設計震度算出システムフォルダ内の[WAVE_FILE]フォルダ、もしくは他の場所にある波形データを指定して読込みを行います。簡易フォーマットと、下記の港湾施設研究室HPに掲載中の波形フォーマットに対応しています。

http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kouwan/sisetu/sisetu.html
国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部 港湾施設研究室
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
TEL：046-844-5029 FAX：046-844-5081

※Ver2.0.2より、旧基準代表的地震波形の港湾地域強震観測網[十勝沖地震：八戸港：S-252：NS]、[宮城県沖地震：大船渡港：S-1210：W15N(旧E41S)]の地震波形を[WAVE_FILE]フォルダに標準添付しました。(ﾃﾞｰﾀ形式:簡易ﾌｫｰﾏｯﾄ)

入力波の加速度応答スペクトル表示について

入力地震波を設定後は応答スペクトルの表示が可能となります。第2タブに切り替えて［応答スペクトルの計算］ボタンを押してください。

４－６．計算の実行

指定した諸条件により各種計算を行います。

[計算条件による一括計算]

・1次元の地震応答解析により地表面の加速度を計算します。
・入射波、地表面(または指定標高)の加速度応答スペクトルを計算します。
・等価Ｎ値、等価加速度を用いて液状化の予測・判定を行います。
・フィルター条件により照査用設計震度を計算します。
・加速度フーリエスペクトルを計算します。
・各種帳票を作成します。

[フィルター処理]

・地表面の加速度とフィルター条件を用いて照査用設計震度を計算します。
・加速度フーリエスペクトルを計算します。
・照査用設計震度算出の帳票を作成します。

※地表面の加速度は1次元地震応答解析によって算出した加速度波形、または[地表面波形]-[地表面波形のインポート]により設定した加速度波形を利用します。

計算実行中に発生するエラーについて

メッセージの内容に対する確認事項

・応答解析にて異常終了しました。
　→[入力地震波]の設定忘れや[地盤条件]の土性値を確認してください。

・液状化判定／最大加速度の取出しで異常終了しました。
・液状化判定／最大ひずみ、最大せん断応力の取出しで異常終了しました。
　→[液状化条件]の深度、Ｎ値に関する条件を確認してください。

※液状化判定を行う場合、Ｎ値を設定した深度の応答解析結果が必要になります。Ｎ値を設定した深度に対応する地盤条件が無い場合は上記エラーとなります。

・任意標高の波形取り出しで異常終了しました。
　→[計算条件]-[出力する加速度波形]で任意指定した標高を確認してください。

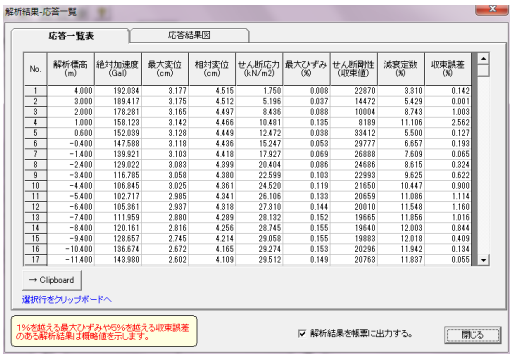
・照査用設計震度の算出にて異常終了しました。
　→[フィルター条件]と地表面波形が適正か確認してください。

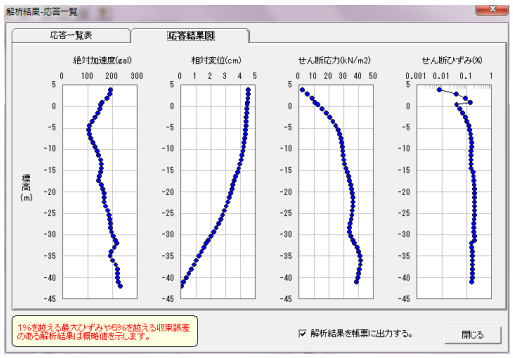
・フィルター処理のパラメータ異常。地表面波形とフィルター係数を確認して下さい。
　→地表面波形のインポートが正しく行われているか確認してください。

上記以外にも計算過程において異常が見られた場合メッセージを表示して処理を中断します。各種計算条件の設定値を確認してください。

４－７．計算結果の確認

等価線形解析(SHAKE/DNYEQ互換)の解析結果を表示します。出力帳票に応答一覧を出力する場合は出力オプションスイッチにチェックを付けてください。





1%を越える最大ひずみや5%を越える収束誤差がある場合

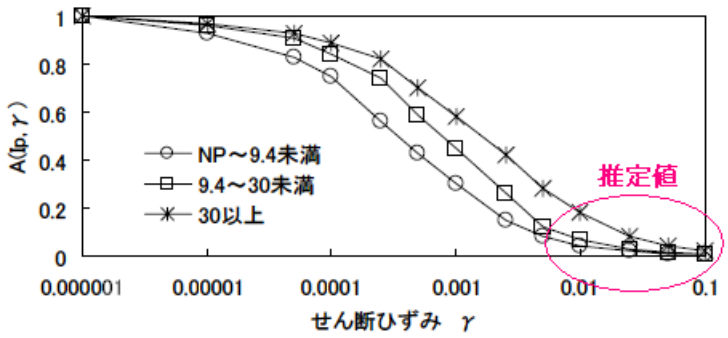
○最大ひずみ

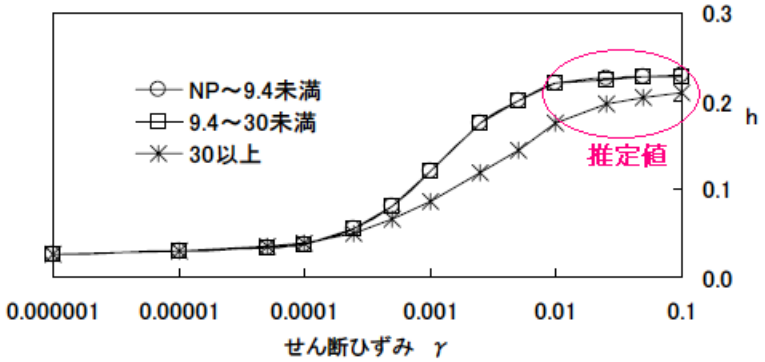
下図のG/G0~γ曲線、ｈ～γ曲線の楕円で囲まれた領域は実験結果に基づくものではなく推定値です。応答解析の結果、発生せん断ひずみγがこの領域に入る場合には、結果は概略値を示すものであり、注意が必要となります。

○収束誤差

SHAKEではせん断剛性と減衰定数を仮定して計算を行い、得られた結果に基づき新しいせん断剛性と減衰定数を求め、両者の差が誤差範囲（5%に設定）以内に納まるまで繰返し計算を行います。しかし、繰返し計算の既定回数を超えても収束しない場合もあります。その場合は規定回数で強制的に収束したものとして解析を続行します。5%を超える収束誤差が発生する結果については十分な注意が必要です。

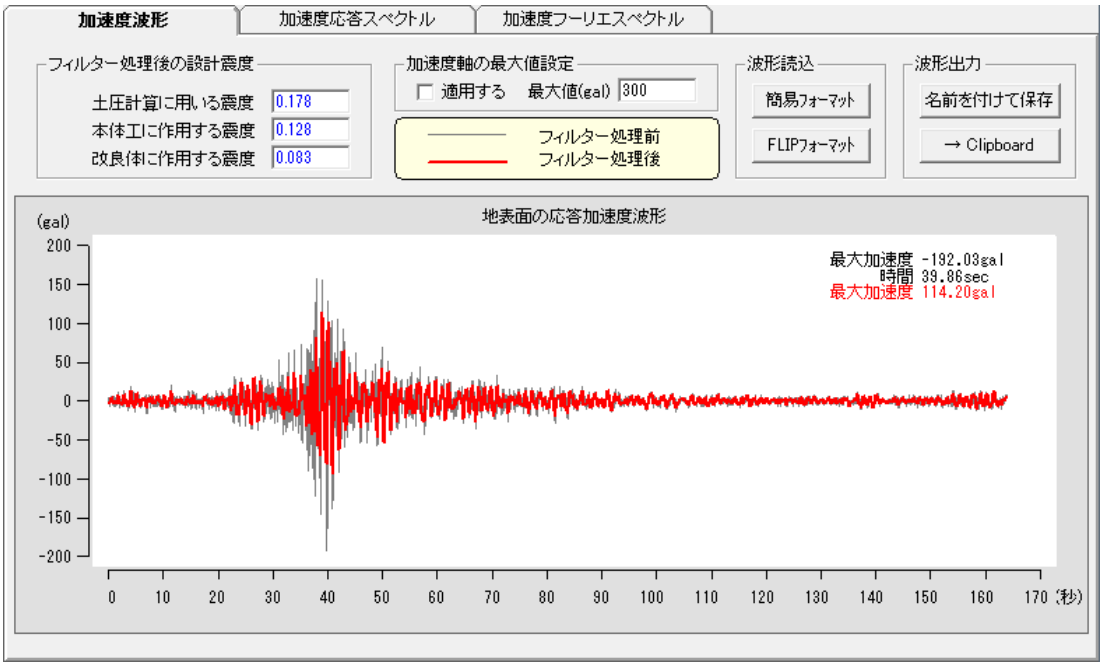
本システムで使用する港湾基準の材料特性





４－８．地表面波形の表示（インポート）

１次元の地震応答解析により求めた地表面波形を表示します。また、フィルター処理により設計震度の算出を行った場合、照査用設計震度の値とフィルター処理前後の地表面波形を表示します。



[地表面波形の読込]

地表面波形データが既知である場合は地表面波形のインポートができます。ボタンをクリックするとファイルを開くダイアログが表示されますので、設計震度算出システムフォルダ内の[WAVE_FILE]フォルダ、もしくは他の場所にある波形データを指定して読込みを行います。ファイルフォーマットは入力波と同様の簡易フォーマットとFLIP解析フォーマットに対応します。

[地表面波形の出力]

表示中の地表面波形のエクスポートができます。名前を付けて保存ボタンを押した場合、任意ファイル名にて保存（簡易フォーマット対応）、→Clipboardボタンを押した場合はクリップボードに保存します。

加速度応答スペクトルの表示について

地表面(または指定標高)の加速度応答スペクトルを表示します。グラフの周期または加速度応答スペクトルの最大値、最小値の指定ができます。最大値、最小値を変更したグラフを出力帳票に反映するには[計算条件による一括計算] または[フィルター処理]を再度行います。

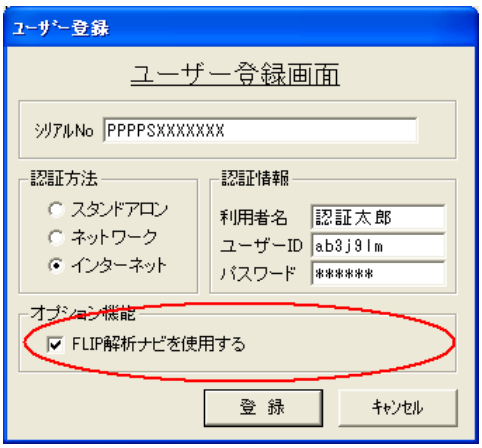
加速度フーリエスペクトルの表示について

地表面の加速度時刻歴をフーリエ変換し、周波数ごとに分解して周波数と振幅の関係を表すフーリエスペクトルを求め表示します。振動数または加速度フーリエスペクトルグラフの最大値、最小値の指定ができます。最大値、最小値を変更したグラフを出力帳票に反映するには[計算条件による一括計算]、または[フィルター処理]を再度行います。

５．FLIP解析ナビゲータ（オプション機能）

５－１．FLIP解析ナビゲータの機能

Ver2.0.0よりFLIP解析ナビゲータをオプション機能として追加しました。本オプションはFLIP解析ファイルの読み込み、FLIP解析実行、液状化の予測・判定、設計震度算出フィルター処理を行い、各種帳票を作成します。
本オプションを利用する際は、下記ユーザー登録画面(赤丸部)にチェックが必要です。



※FLIPプログラムは別途ご用意ください。FLIP Ver3.3またはVer4.X以降対応です。

FLIP解析ナビゲータの処理手順

1) 解析を行うFLIPプログラムを選択します。
FLIPプログラムは本システムに付属致しません。FLIP Ver3.3または4.X以降をご用意下さい。
※FLIPの購入やお問い合わせ先：一般社団法人 FLIPコンソーシアム

2) 解析データを読み込みます。
FLIP(Ver3.3または4.X以降)に対応した解析データが対象となります。解析データ内容として、最低１箇所の加速度出力位置が必要です。出力箇所が複数ある場合は最上位標高位置を採用します。
※HIST命令の出力フォーマットは 3：テキスト形式とします。

3) 基盤に入射する地震波形を設定します。
港湾施設研究室HPに掲載しているレベル1地震動フォーマットに対応しています。また、地震波形データ数、観測時間間隔、観測値(データ数繰り返し)の順に並んだ簡易フォーマットにも対応します。

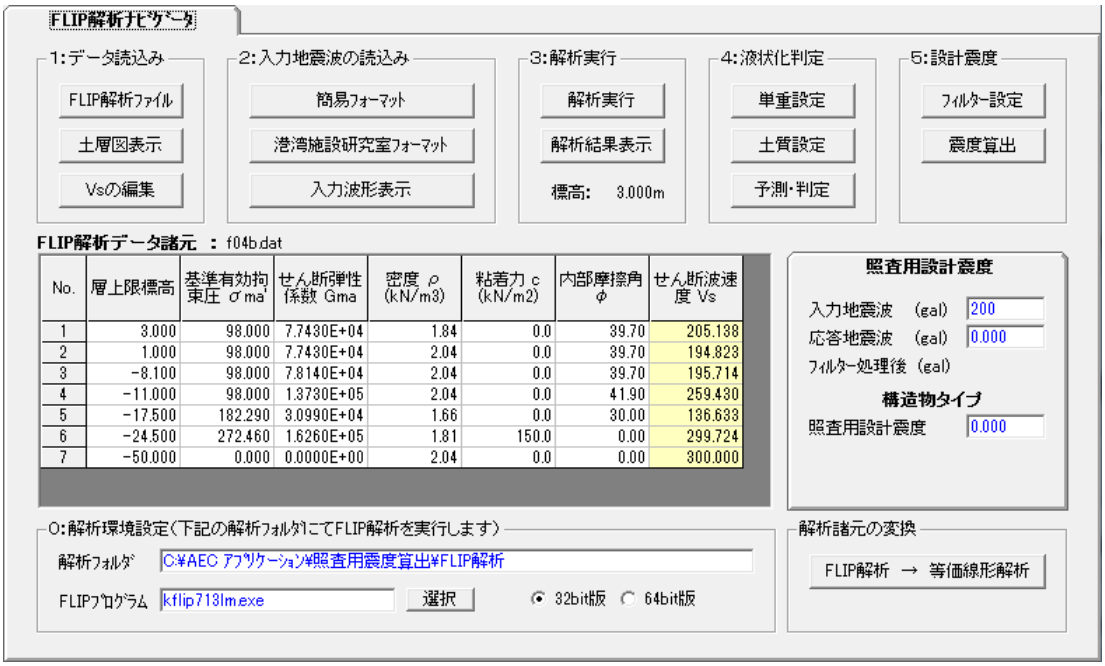
4) 解析実行
解析データにより解析時間が長くなる場合があります。

5) 液状化の予測・判定を行う場合
① 液状化判定を行う土層の土質条件を設定します。
② 液状化の予測・判定の実行

6) 照査用設計震度を求める場合
① 構造物に沿ったフィルター条件を設定します。
② フィルター処理の実行

7) 各種帳票の確認・印刷

５－２．FLIP解析ナビゲータの画面



画面上部の［1:データ読み込み］～[5:設計震度]の順で処理を行います。画面中央部には地盤諸元や処理中の地震波諸元等を表示します。

画面下部は環境設定。表示されているFLIP解析フォルダにてFLIP解析を実行します。FLIP解析プログラムは複数（バージョン違い、または32bit・64bit版等）ありますので、実行するFLIPプログラムを[選択]ボタンを押して決定します。

５－３．FLIP解析環境設定

解析を行うFLIPプログラムの初期値は[未設定]となっておりますので、FLIPプログラム(exeﾌｧｲﾙ)を[選択]ボタンを使って参照選択して下さい。

本システムをインストールしたPC内にFLIPプログラム(exeﾌｧｲﾙ)が存在する場合、[選択]ボタンを押して参照選択して下さい。選択したFLIPプログラムのコピーをFLIP解析フォルダに配置し、本システムのFLIP解析に利用します。

他のPCまたはメディアにFLIPプログラムが存在する場合、直接[FLIP解析]フォルダにFLIPプログラムをコピーして下さい。その場合[FLIPﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ]欄が[未設定]となる事がありますので、コピーした後に[選択]ボタンを押して[FLIP解析]フォルダ内のFLIPプログラムを選択して下さい。

FLIP解析フォルダは、本システムをインストールしたフォルダの直下にある[FLIP解析]フォルダとなります。

５－４．FLIP解析データの読込み

[FLIP解析ﾌｧｲﾙ]ﾎﾞﾀﾝを押しFLIP解析ﾃﾞｰﾀﾌｧｲﾙを選択して下さい。Ver3.3または4.X以降のFLIPﾌｫｰﾏｯﾄを対象としています。読み込み後に土層図を表示します。

※FLIP解析ナビゲータは解析支援機能です。FLIP解析データ内部の編集はできません。
※HIST命令の出力フォーマットは 3：テキスト形式とします。

土層諸元のせん断波速度(Vs)の値は下記の式より簡易的に求めていますので、1D-MAKER等のFLIPデータフォームの値と異なる場合があります。Vsの値はフィルター条件内の地盤の固有周期（Tu,Tb）をVs値より算出する場合に使用しますので、同様の値とする場合は**[Vsの編集]**ボタンにより編集を行って下さい。

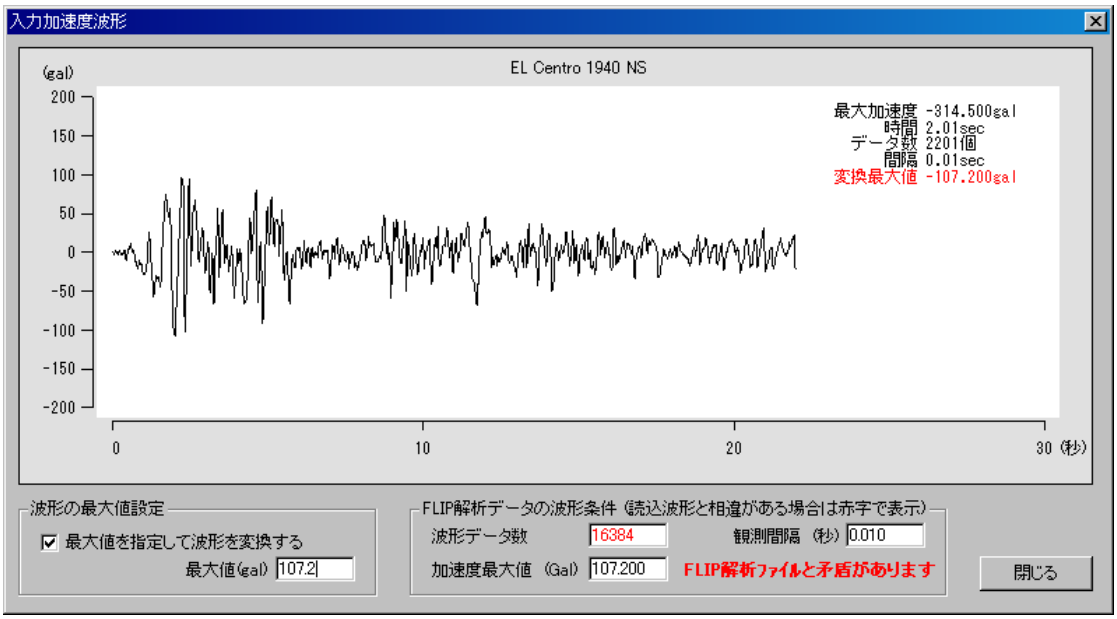
$$Vs = \sqrt{\frac{Gma}{\gamma}}$$

解析データ内容として、最低１箇所の加速度出力位置が必要です。出力箇所が複数ある場合は最上位標高位置を採用します。
桟橋構造物等、1/β位置の加速度波形が必要になる場合がありますので出力位置を適切に設定して下さい。※1D-MAKERの[表示]-[出力データの指定]で設定します。

５－５．入力地震波の読込み

基盤から入射する地震波を読込みます。波形ﾌｫｰﾏｯﾄは簡易ﾌｫｰﾏｯﾄと港湾施設研究室ﾌｫｰﾏｯﾄに対応します。読み込み後、波形図とFLIP解析データ内の波形パラメータを表示します。波形パラメータには観測間隔(秒)、波形データ数、加速度最大値(gal)があり、選択した波形データと解析データに矛盾がある場合はエラーメッセージを表示します。

例）波形データ数が異なる場合の画面。



５－６．FLIP解析実行

解析作業フォルダ内のFLIPプログラムを起動し、FLIP解析を実行します。解析モデルによっては計算に時間がかかる場合があります。解析終了後に地表面(または設定標高)の加速度波形図を表示します。
[出力波形表示]ボタンの下に解析対象の標高を表示しています。解析モデルによっては解析対象位置が地表面や1/β位置となりますので適正値である事をご確認下さい。

５－７．液状化の予測・判定

判定土層の単位体積重量と液状化条件を設定し、[予測・判定]ボタンを押して等価Ｎ値と等価加速度による予測・判定を行います。地震動波形の影響を考慮して等価加速度の補正を行う場合は、基本条件画面の液状化補正スイッチにチェックをして下さい。

FLIP解析の結果を利用して液状化の判定を行います。設定深度に対応するメッシュ内の最大せん断応力を採用します。
単位体積重量の初期値はFLIP解析データの土層密度から求めた値を初期値としています。
※沿岸開発技術研究センター，埋立地の液状化対策ハンドブック(平成9年 改訂版 P.117)

５－８．設計震度の算出(フィルター処理)

対象構造物のフィルター条件を設定し、[震度算出]ボタンを押してフィルター処理を実行して設計震度を算出します。
構造物種別が防波堤の場合、残変形量の目標値(Dres_t:通常=30cm)と摩擦増大マットの有無を指定します。
構造物種別が桟橋や防波堤以外の場合、壁高(H)、対象地盤の固有周期(Tb･Tu)、許容される変形量(Da:通常10～15cm)を指定します。サンドコンパクション工法などにより地盤改良を行った場合、補正加速度最大値(ac)に対する低減係数(as:SCP≧70の場合=0.75)が指定できます。なお構造物種別が深層混合処理の場合、本体工に対する地盤改良による低減係数は定数(as=0.65)となります。
※地盤改良による低減係数を考慮しない場合はas=1.0として下さい。

地盤の固有周期の算出

$$T_g = 4\sum_{i=1}^{n}\frac{H_i}{V_i}$$ ここに、 H_i：土層の層厚(m)
V_i：Ｓ波の速度(m/s)

各層の層厚とS波速度を指定して地盤の固有周期を計算する場合、[算出]ボタンを押して地盤諸元を入力します。
※せん断波速度(Vs)の初期値は下記の式より簡易的に求めていますので、1D-MAKER等のFLIPデータフォームの値と異なる場合がありますのでご注意下さい。

$$Vs = \sqrt{\frac{Gma}{\gamma}}$$

構造物種別が桟橋の場合、構造物(桟橋)の固有周期と応答スペクトルの減衰定数(通常=0.2)を指定します。

計算後の加速度波形図に2色(黒と赤)のグラフが表示される場合、黒は解析波形、赤はフィルター処理後の波形となります。

５－９．解析諸元の変換

FLIP解析ナビゲータに読込中のFLIP解析用データを等価線形解析用(SHAKE/DYNEQ)に変換し、等価線形解析用の条件画面を更新します。

≪変換したデータに関する注意≫

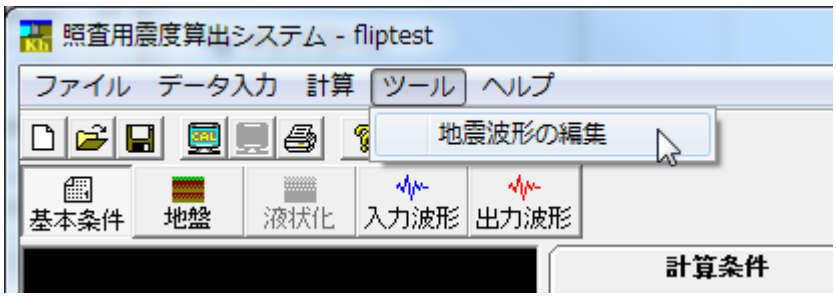
FLIP解析の地盤諸元データはFLIP専用に求められた値であり、等価線形解析に用いることは適正でない場合があります。本機能で変換した等価線形解析データのせん断波速度は、FLIP解析データのせん断弾性係数から換算して求めていますので、値につきましては十分注意して下さい。

せん断波速度 $Vs = \sqrt{\dfrac{Gma}{\gamma}}$

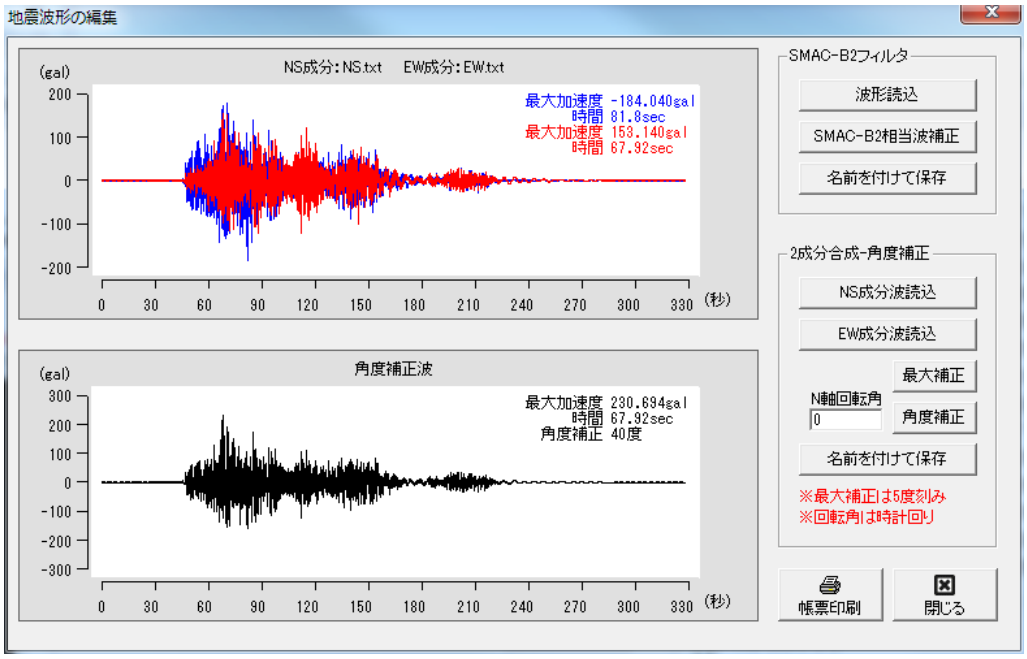
また、等価線形解析に必要な[材料特性]は未設定(初期値=0)となっています。等価線形解析の地盤条件画面にて再設定して下さい。

６．地震波形の編集

Ｖer5.0.0より地震波形の編集が可能となりました。

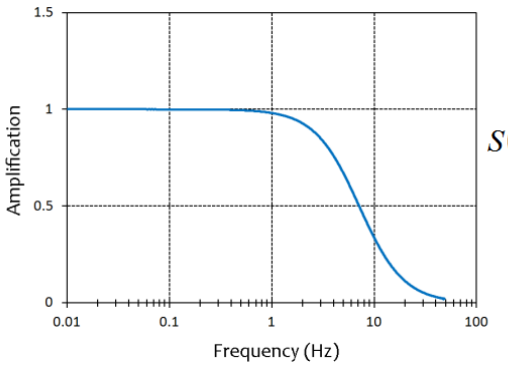


NS成分波・EW成分波を合成し、N軸回転角を指定して任意方向の波形を求めます。また、360度を5度刻みで計算し、最大となる回転角を自動で求める事ができます。その他、地震波形に対してSMAC-B2フィルタを適用し、SMAC-B2相当波を求める事ができます。



作成した地震波形は名前を付けて保存する事ができます。

※入力・出力波形の書式は簡易フォーマットとなります。
※SMAC-B2フィルタ



$$S(f)=\frac{1}{1-\left(\frac{f}{7.14}\right)^2+2\left(\frac{f}{7.14}\right)i}$$

７．帳票印刷

弊社帳票印刷プログラム「ＡＥＣ帳票印刷・編集ツール for Windows」（通称：ＶｉｅｗＡＥＣ）」をプログラム内部から起動し、各種計算により作成された計算結果ファイルの印刷・確認を行います。印刷イメージを画面に表示し、印刷前に計算結果やレイアウトの確認などが行えます。ＶｉｅｗＡＥＣは、帳票の編集を行うことが可能となっておりますが、個々のアプリケーションから起動した場合、編集不可モードとして起動します。従って、帳票の編集を行いたい場合は、ＶｉｅｗＡＥＣを単独でインストールしていただく必要があります。詳しくは、ＶｉｅｗＡＥＣ の操作説明書を参照してください。